

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Ivana Antić

Zagreb, 2014.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje

# **ZAVRŠNI RAD**

## **MLIN ZA BIOOTPAD U DOMAĆINSTVU**

Mentor:

Doc.dr.sc. Mario Štorga

Ivana Antić

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno, koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru, doc.dr.sc. Mariu Štorgi na usmjeravanju, savjetima i podršci tijekom izrade završnog rada.

Ivana Antić

# Sažetak rada

---

Tema ovog rada je razvoj mlina za biootpad u domaćinstvu primjenom metoda razvoja proizvoda. Provedena je analiza tržišta kojom su pronađeni postojeći proizvodi slične, odnosno iste, namjene, pretraženi su prijavljeni patenti na istu ili sličnu temu koristeći web stranice za pretragu патената i ključne riječi vezane za problem kojeg je potrebno riješiti, sastavljen tehnički upitnik te iz njega proizašla definicija cilja razvoja proizvoda iz koje se zaključuju karakteristike i ograničenja postavljena na daljnji razvoj.

Preko funkcijske dekompozicije u kojoj je proizvod razložen na funkcije koje bi trebao obavljati dobivena je morfološka matrica u kojoj su funkcije spojene sa tehničkim specifikacijama i na temelju koje se nastavlja sa procesom koncipiranja. Dobiveni koncepti sa detaljnim opisom rada vrednovani su tablicom na temelju određenih značajki bitnih za životni vijek proizvoda i zadovoljstvo korisnika istim. Koncept sa najvišom ocjenom proizašlom iz vrednovanja detaljira se, te se proračunavaju dijelovi konstrukcije kako bi se u konačnici dobio gotov proizvod sa odgovarajućom tehničkom dokumentacijom.

# Sadržaj

1	Uvod .....	2
2	Analiza tržišta i postojećih rješenja .....	3
2.1	InSinkErator .....	3
2.2	Anaheim Manufacturing Company .....	6
3	Patenti .....	9
3.1	Patent 1 .....	9
3.2	Patent 2 .....	12
3.3	Patent 3 .....	13
3.4	Patent 4 .....	14
4	Određivanje definicije cilja razvoja proizvoda.....	16
4.1	Tehnički upitnik .....	16
4.2	Definicija cilja razvoja proizvoda .....	18
5	Funkcijska dekompozicija .....	19
6	Morfološka matrica .....	20
7	Koncepti.....	21
7.1	Koncept 1.....	21
7.2	Koncept 2.....	22
7.3	Koncept 3.....	23
7.4	Vrednovanje koncepata .....	25
8	Proračun .....	26
8.1	Odabir elektromotora .....	26
8.2	Ukupna masa i kapacitet uređaja .....	27
8.3	Proračun vijaka .....	27
8.3.1	Vijci na spoju gornjeg i donjeg dijela kućišta.....	27
8.3.2	Vijci za spoj poklopca elektromotora s kućištem .....	28
8.4	Proračun zavar.....	29
8.4.1	Zavar na spoju gornjeg i nazubljenog dijela kućišta .....	29
8.4.2	Spoj čahure i poklopca .....	30
8.4.3	Zavar na spoju izdanka sa rotirajućom pločom .....	31
8.5	Proračun kuka za prihvata na priрубnicu (3 kuke) .....	34
8.6	Vlačno naprezanje priрубnice sudopera na mjestu utora za uskočnik .....	36
9	Izrađeni model.....	37
10	Zaključak.....	38
11	Literatura .....	39

12	Prilog.....	40
----	-------------	----

# Popis slika

Slika 1. InSinkErator Model 45 .....	4
Slika 2. InSinkErator Model 65 .....	4
Slika 3. InSinkErator Evolution 100.....	5
Slika 4. Sinkmaster 750.....	6
Slika 5. Waste King Legend 9920 .....	7
Slika 6. Whirlaway Builder 291 .....	7
Slika 7. Slika patenta 1.....	10
Slika 8. Rotacijski vijak (114).....	10
Slika 9. Konus za dehidraciju .....	11
Slika 10. Vrećica za pohranu ostataka (152).....	11
Slika 11. Slika patenta 2 u izometriji i presjeku A-A .....	12
Slika 12. Prolazne oštrice (140) u izometriji i presjeku A-A.....	12
Slika 13. Slika patenta 3.....	13
Slika 14. Rotirajući dijelovi patenta 3 .....	13
Slika 15. Slika patenta 4.....	14
Slika 16. Funkcijska dekompozicija.....	19
Slika 17. Morfološka matrica .....	20
Slika 18. Skica koncepta 1.....	21
Slika 19. Skica koncepta 2.....	22
Slika 20. Nacrt koncepta 3 u presjeku .....	23
Slika 21. Bokocrt koncepta 3 u presjeku .....	24
Slika 22. Tlocrt koncepta 3 .....	24
Slika 23. Dimenzije elektromotora .....	26
Slika 24. Zavar na spoju gornjeg i nazubljenog dijela kućišta.....	29
Slika 25. Dimenzije zavora na spoju poklopca i čahure .....	30
Slika 26. Dimenzije zavora izdanka .....	31
Slika 27. Savijanje kuke za prihvat na prirubnicu .....	35
Slika 28. Dimenzije presjeka prirubnice sudopera .....	36
Slika 29. CAD model.....	37
Slika 30. Detalji sklopa.....	37

# Popis tablica

---

Tablica 1. Usporedba proizvoda na tržištu .....	8
Tablica 2. Usporedba patenata .....	15
Tablica 3: Definicija cilja razvoja proizvoda .....	18
Tablica 4: Vrednovanje koncepata .....	25



# Popis oznaka

---

$a$ , mm – širina

$A$ , mm<sup>2</sup> – površina

$d$ , mm – promjer

$e$ , mm – udaljenost od neutralne osi presjeka

$F$ , N – sila

$g$ , m/s<sup>2</sup> – akceleracija sile teže

$G$ , N – težina

$I_x$ , mm<sup>4</sup> – moment inercije presjeka oko osi  $x$

$l$ , mm – duljina

$m$ , kg – masa

$M_n$ , Nm – nazivni moment

$M_x$ , Nm – moment oko osi  $x$

$n$ , s<sup>-1</sup> – broj okretaja

$p$ , Pa – tlak

$P$ , W – snaga

$r$ , mm – radijus

$R$ , mm – radijus

$R_m$ , N/mm<sup>2</sup> – vlačna čvrstoća

$S$  – sigurnost

$V$ , m<sup>3</sup>, l – volumen

## Grčka slova

$\alpha$  – koeficijent zavarivanja za slučaj statičkog vlačnog (tlačnog) opterećenja

$\varphi$ , ° – kut

$\sigma$ , N/mm<sup>2</sup> – naprezanje

$\sigma_{\text{dop}}$ , N/mm<sup>2</sup> – dopušteno naprezanje

$\sigma_T$ , N/mm<sup>2</sup> – granica tečenja za nelegirane čelike

$\sigma_{0.2}$ , N/mm<sup>2</sup> – granica tečenja za legirane čelike

$\omega_{\text{EM}}$ , s<sup>-1</sup> – brzina vrtnje elektromotora

## 1 Uvod

U današnje vrijeme, kada raste udio stakleničkih plinova u atmosferi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ), pravilno postupanje otpadom od ključne je važnosti za čovječanstvo. Odlagališta otpada nisu samo golem prostorni i estetski problem, već i ekološki, što je dovelo do potrebe za razvrstavanjem i reciklažom što veće količine onoga što nazivamo smećem, a zapravo je potencijalni izvor energije i korisnih kemijskih spojeva. Pojavom razvrstavanja otpada dolazi do sve veće količine odvojenog biorazgradivog otpada, takozvanog biootpada, koji se manjim dijelom koristi za proizvodnju komposta odnosno biljnog gnojiva, no većim dijelom odlagališta takvog otpada postaju žarišta nastanka metana, jednog od ranije spomenutih stakleničkih plinova, višestruko opasnijih od ugljikovog dioksida. Štoviše, energija oslobođena procesom truljenja u većini se slučajeva ne iskorištava te ta odlagališta troše više energije nego što je daju.

Uzevši u obzir te činjenice, John W. Hammes je 1927.g. u Americi svojim patentom pokrenuo revoluciju u rješavanju problema odlaganja biootpada svojim mlinom za biootpad integriranim u postojeći kuhinjski element te spojenim na sudoper s jedne i odvod s druge strane. Iako godinama zabranjen u nekim gradovima, od kojih je jedan i New York, zbog straha od negativnog utjecaja samljevenih čestica biootpada na kvalitetu vode, nedavna istraživanja pokazala su sve prednosti i nedostatke takvog načina zbrinjavanja biorazgradivog otpada, nakon čega je ukinuta zabrana. Naime, biorazgradivi otpad čini između 10 i 20 posto ukupne količine kućanskog otpada, što je popriličan udio za odložiti na odlagališta, sa ionako velikim prostornim ograničenjima. Usitnjavanjem na čestice manje od 2mm biootpad je moguće odvodnim cijevima dopremiti do postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, nakon čega mogu biti od velike koristi. I sama činjenica da je 75% biootpada voda, čini ovakav način zbrinjavanja istoga sasvim opravdanim. Čestice dopremljene u postrojenje svojim raspadom stvaraju prijekopotreban ugljik koji vezanjem kisika iz vode stvara ugljikov dioksid te na taj način onemogućava preživljavanje štetnim aerobnim bakterijama iz otpadnih voda. Samim time zamjenjuje se dio mikroorganizama koje je potrebno umjetno uzgojiti sasvim prirodnim izvorom ugljika. Također, štetni metan dobiven raspadom čestica dospjelih u postrojenje, umjesto da završi u atmosferi, moguće je koristiti za proizvodnju električne energije. Još jedan važan aspekt ovakvog zbrinjavanja biorazgradivog otpada je smanjenje potrebe odvoza istog te samim time smanjena emisija štetnih automobilskih ispušnih plinova te smanjeni troškovi odvoza, što u konačnici pozitivno djeluje na kućanstva kojima se smanjuju rashodi za komunalne usluge.

Dakako, postavlja se pitanje štetnog utjecaja takvih uređaja na okoliš samim povećanjem potrošnje vode i električne energije potrebnih za pokretanje i pravilan rad uređaja. Međutim, američka istraživanja pokazala su neznatan porast potrošnje električne energije – između 3 i 4kWh po kućanstvu godišnje, pošto je za rad uređaja potrebno 500-1500W (poput pegle za odjeću). Potrošnja vode nešto se više razlikuje od uređaja do uređaja ali okvirno iznosi 4l vode dnevno po kućanstvu, nešto poput dodatnog pražnjenja WC kotlića. Jedini čvrsti razlog protiv uvođenja mlinova za biootpad u domaćinstva je potreba za izgradnjom suvremenije opremljenih postrojenja za pročišćavanje vode, no dugoročno i takva investicija donosi dobitak.

## 2 Analiza tržišta i postojećih rješenja

Pretraživanjem Interneta otkriveno je da se na tržištu pojavljuje nekoliko tvrtki koje proizvode uređaje za zbrinjavanje i/ili usitnjavanje biootpada spojene izravno na sudoper. Tvrtke koje se obrađuju u ovom poglavlju najveća su dva proizvođača tih uređaja na svijetu situirane u Sjedinjenim Američkim Državama, InSinkEerator [5] i Anaheim Manufacturing Company [7]. Obje tvrtke su prvenstveno orijentirane na domaće tržište, no imaju i podružnice koje pokrivaju poslovanje na inozemnim tržištima, a jedna od njih ima i podružnicu u Hrvatskoj – InSinkEerator Hrvatska [6]. U ovom poglavlju razrađena analiza tržišta poslužit će kao uvid u postojeća konstrukcijska rješenja i postaviti granice (cijenovne, gabaritne, itd.) u kojima se proizvod mora kretati kako bi bio konkurentan na tržištu.

### 2.1 InSinkEerator

Tvrtka InSinkEerator je poslovna jedinica tvrtke Emerson (NYSE:EMR) i vodeći je svjetski proizvođač kućanskih uređaja za zbrinjavanje biootpada i slavina za trenutnu opskrbu vrućom vodom. Također, prvi su počeli sa proizvodnjom uređaja za zbrinjavanje otpada 1927.g. Danas tvrtka nudi vrlo učinkovitu liniju uređaja (Evolution seriju) sa naprednom tehnologijom usitnjavanja, prigušenja zvuka i vibracija te sustava protiv zaštopavanja. Samo u zadnjih 10 godina objavili su desetke патената i uložili milijune dolara u inovacije i analize životnog ciklusa okoliša. Također, udružili su snage sa sveučilištima, istraživačima i općinama posvuda u svijetu tražeći pametnije načine na koje društvo može pretvoriti biootpad u obnovljivi izvor energije i gnojivo.

Primjeri proizvoda:

#### Model 45

Jednostavna ugradnja u novim i postojećim kuhinjama, prikladan za većinu sudopera. Uređaj ima indukcijski motor snage 0,37kW i mehanizam s jednostrukim drobljenjem i osiguranjem od zagušenja. Montaža je jednostavna i brza uz Quick Lock sustav za ugradnju. Prosječna masa uređaja je 7kg, a ukupna visina mu je 318mm uz kapacitet od 980ml. Prosječna potrošnja vode je 4l po članu domaćinstva dnevno dok je prosječna potrošnja energije 0,5kWh mjesečno. Dolazi uz jamstvo na 2 godine na dijelove i rad. Redukcija buke je standardna. Uređaj nema mehanizam izrađen od nehrđajućeg čelika.



Slika 1. InSinkErator Model 45

### Model 65

Uređaj je model 65 s kontinuiranim punjenjem, jednostrukim drobljenjem i automatskom promjenom smjera drobljenja. Pokreće ga indukcijski motor snage 0,48kW. Ima zvučnu izolaciju kućišta tako da je 20% tiši od Modela 45. Kapacitet mu je 980ml i ima osiguranje od zagušenja. Za jednostavnu i brzu ugradnju dolazi također sa Quick Lock sustavom. Prosječna masa uređaja je 8,2kg, a ukupna visina 318mm. Prosječna potrošnja vode i električne energije jednaki su Modelu 45. Ono što je različito je mehanizam od nehrđajućeg čelika i jamstvo od 4 godine za dijelove i rad.



Slika 2. InSinkErator Model 65

## Model Evolution 100

Model 100 je uređaj s dvostrukim drobljenjem i automatskom promjenom smjera drobljenja. Kućište je od nehrđajućeg čelika, a mehanizam i ugrađeni pneumatski prekidač kromirani ili pobrušeni. Sadrži brtvu za prigušenje vibracija i višeslojnu zvučnu izolaciju kućiša tako da je 40% tiši od standardnog Modela 45. Uređaj pokreće indukcijski motor snage 0,55 (110-120V) ili 0,52kW (220-240V). Prosječna masa uređaja je 8,8kg, a ukupna visina 312mm. Kapacitet mu je 1005ml. Troši jednaku količinu vode i električne energije kao i prethodna dva modela. Uz njega se dobiva petogodišnje jamstvo na rad i dijelove.



Slika 3. InSinkErator Evolution 100

## 2.2 Anaheim Manufacturing Company

Tvrtka AMC je međunarodna kompanija i jedna od vodećih u svijetu po proizvodnji uređaja za zbrinjavanje biootpada. Tvorci su nekoliko američkih i svjetskih brendova uključujući Waste King, Sinkmaster i Whirlaway. Tvrtka AMC prva je predstavila inovativnu tehnologiju pokretanja motorima s permanentnim magnetom i uvela kompozitne materijale u izradu. Svi proizvodi su sigurni za uporabu u domaćinstvima sa septičkom jamom (ukoliko je propisno konstruirana).

Primjeri proizvoda:

### SinkMaster 750

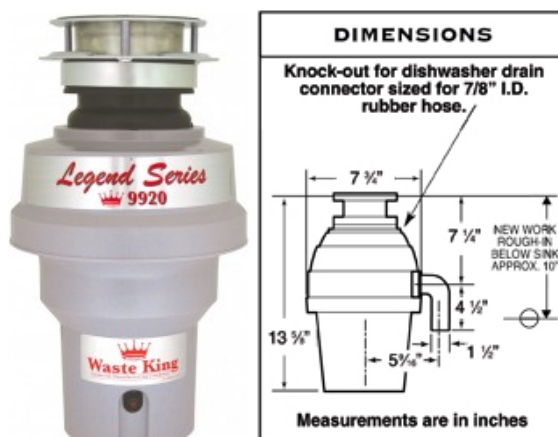
Motor s permanentnim magnetom snage 0,37kW i  $2600\text{min}^{-1}$  dio je kompaktnog uređaja male mase koji štedi prostor. Komponente za usitnjavanje izrađuju se od nehrđajućeg čelika, dok je prostor za usitnjavanje izrađen od poliestera sa staklenim vlaknima otporan na koroziju. Brzo i lako se montira na slivnik te je siguran za upotrebu u kućanstvima spojenima na propisno konstruiranu septičku jamu.



Slika 4. Sinkmaster 750

### Waste King Legend 9920

Motor s permanentnim magnetom snage 0,37kW i brzine okretaja  $2600\text{min}^{-1}$  sa kontinuiranim radom (senzor za pokretanje) spaja se na slivnik pomoću 3 vijka. Uređaj je kompaktan i lagan, masa zapakiranog uređaja je svega 4,59. Prirubnica za spoj sa slivnikom je od nehrđajućeg čelika, a prostor za usitnjavanje od poliestera sa staklenim vlaknima otpornog na koroziju. Cijena uređaja iznosi 200 američkih dolara, a proizvođač na njega nudi jamstvo na 5 godina i servis u kući.



Slika 5. Waste King Legend 9920

## Whirlaway Builder 291

Također u izvedbi s motorom s permanentnim magnetom snage 0,37kW, model je kompaktan te brz i jednostavan za postavljanje. Korisnici hvale jednostavnost montaže te cijenu (koja iznosi oko 120 američkih dolara), no problem su brtve koje s vremenom počnu propuštati i buka uređaja u radu. Sadrži komponente za usitnjavanje otporne na koroziju te kompozitni prostor za usitnjavanje. Napravljen je za kontinuirani rad (sa senzorom za pokretanje) te je sigurna za uporabu u kućanstvima sa septičkom jamom. Dimenzije: 13,8x6,1x5,8 inča. Dolazi uz 2 godine jamstva.



Slika 6. Whirlaway Builder 291

Tablica 1. Usporedba proizvoda na tržištu

Značajke	InSinkEerator Model 45	InSinkEerator Model 65	InSinkEerator Evolution 100	WasteKing Legend 9920	Whirlaway Builder 291
Masa	+	+	-	+	+
Dimenzije	+	+	0	-	+
Jednostavnost montaže	+	+	+	0	+
Brzina usitnjavanja	-	0	+	0	-
Cijena	+	0	-	+	+
Vijek trajanja	-	0	+	+	-
Kapacitet	0	0	+	0	0
Razina prigušenja buke	-	+	+	+	-
<b>Ukupno</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Od odabranih uređaja na tržištu, InSinkerator Model 65 se čini najbolji jer kombinira malu masu i dimenzije te jednostavnost montaže sa prihvatljivim kapacitetom i, što je još važnije, prihvatljivom cijenom. Iako InSinkEerator Evolution 100 ima najbolje performanse i potencijalno najdulji vijek trajanja (uz Waste King Legend 9920), nedostatak mu je veća cijena i nešto veća masa i dimenzije. Whirlaway Builder 291 dobio je najmanju ocjenu jer, osim što ima samo jedan stupanj drobljenja kao i InSinkEerator-ov model 45, vijek trajanja mu je manji zbog relativno brzog trošenja dijelova (pogotovo brtvi) te niske razine prigušenja buke što u konačnici kod korisnika ne polučuje pozitivne reakcije.



### 3 Patenti

Za pretraživanje патената korištene su stranice Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo [12] i European patent organization-a [11] s tim da je European patent organization ponudio najviše rezultata najbližih traženim pojmovima te su odabrani patenti pronađeni na toj stranici. Dobiveni linkovi патената sadržali su svu potrebnu dokumentaciju i crteže za razumijevanje rada opisanog uređaja. Potraga nije ograničena samo na uređaje koji usko odgovaraju rješenju postavljenog problema, već i na one čiji dijelovi mogu poslužiti kao dio budućih koncepata ili one koji rade blizak posao traženom. Za neke od патената na stranicama nije bila dostupna dokumentacija, dok neki nisu imali opis na meni razumljivim jezicima, no u poglavlje su uključeni oni koji su zadovoljili sve kriterije.

#### 3.1 Patent 1

KR 100948744 (A) – GARBAGE DISPOSING APPARATUS FOR A SINK

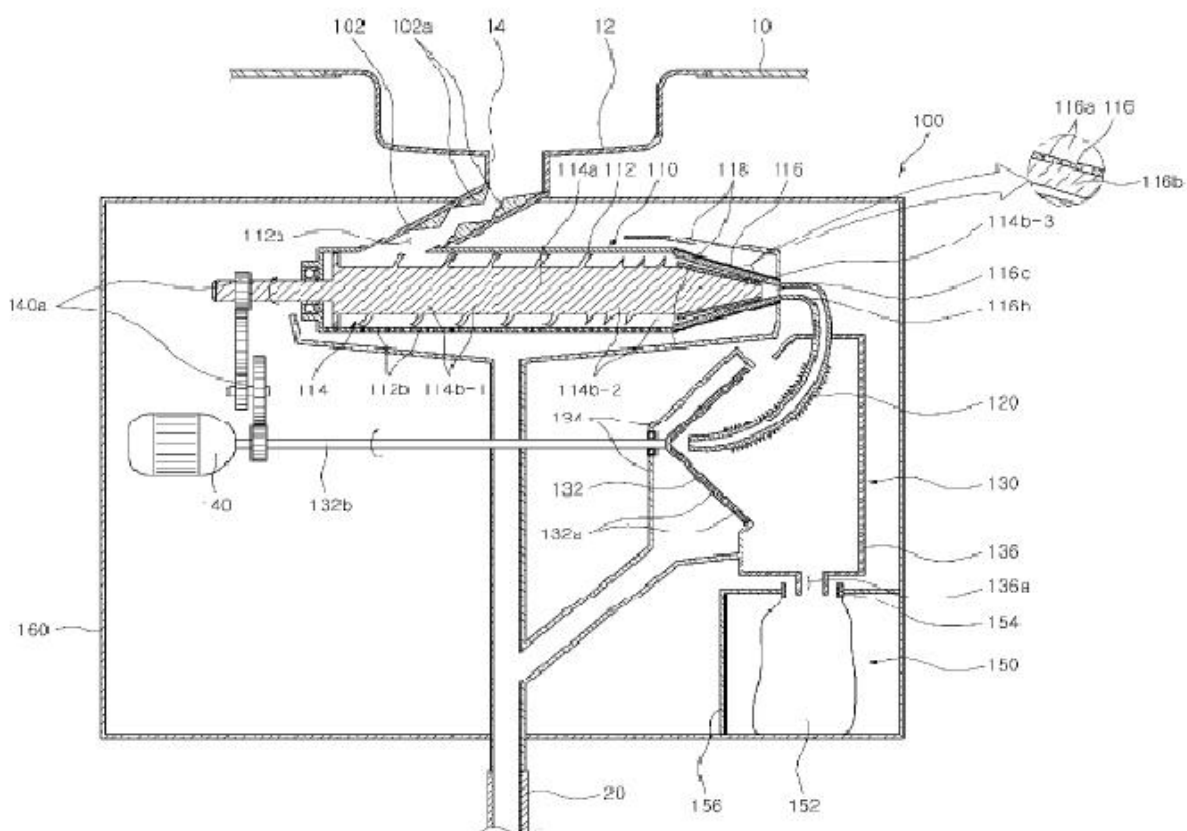
Objavio: Chae Hee Jun, Republika Koreja

Ključne riječi: sink garbage disposal unit

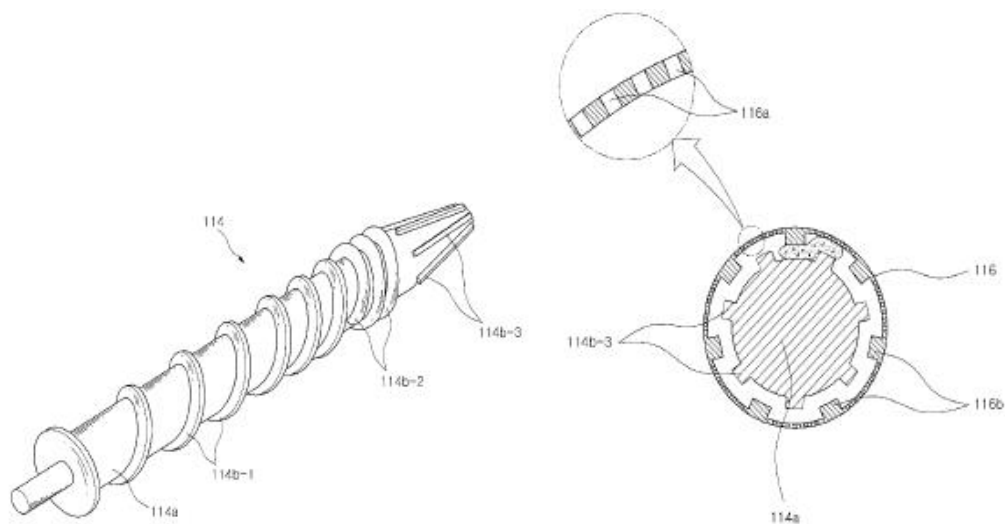
Datum objave: 18.03.2010.

<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=KR&NR=100948744B1&KC=B1&FT=D&ND=3&date=20100318&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en> EP

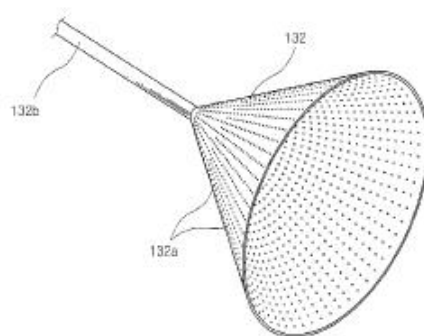
Uređaj za zbrinjavanje biootpada iz sudopera smanjuje troškove proizvodnje te potrošnju električne energije zahvaljujući malim dimenzijama i jednostavnoj izvedbi. Sastoji se od tlačne drobilice (110), dehidracijske jedinice za pražnjenje (130), pogonskog motora (140), prekidača i jedinice za pohranu ostataka (150). Tlačna drobilica sastoji se od rotacijskog vijka (114) koji tlači i drobi biootpad. Dehidracijska jedinica za pražnjenje sadrži konus za dehidraciju (132) koji snažno rotira zdrobljeni biootpad. Pogonski motor okreće rotacijski vijak i konus u isto vrijeme. Prekidačem korisnik pali/gasi motor po želji dok vrećica za pohranu ostataka (152), koja je dio jedinice za pohranu biootpada, prihvća ostatke koji padaju sa rotirajućeg konusa za dehidraciju.



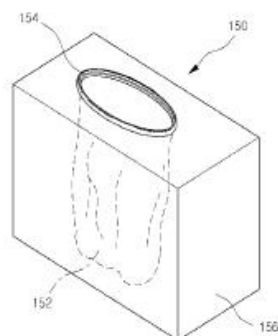
Slika 7. Slika patenta 1



Slika 8. Rotacijski vijak (114)



**Slika 9.** Konus za dehidraciju



**Slika 10.** Vrećica za pohranu ostataka (152)

## 3.2 Patent 2

KR20100041613 (A) – TRANSFER UNIT OF GARBAGE DISPOSING APPARATUS

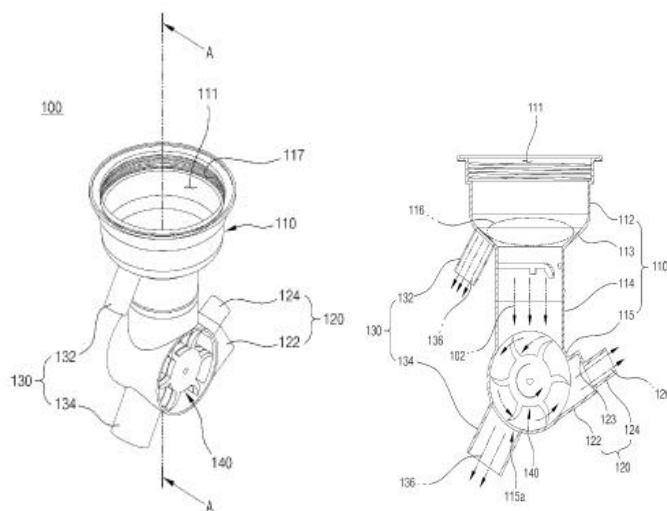
Objavili: Jang Dong Hee , Yoo Jun Young, Republika Koreja

Ključne riječi: sink garbage disposal unit

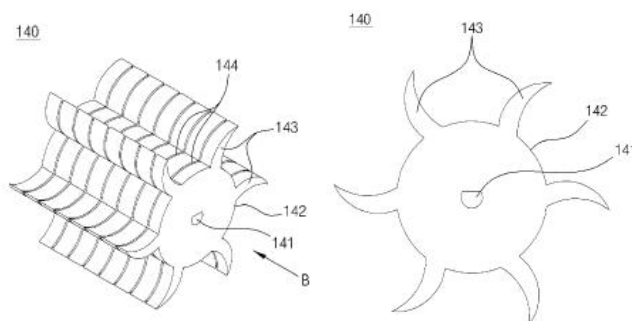
Datum objave: 22.04.2010.

<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=KR&NR=20100041613A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20100422&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en> EP

Prijelazna jedinica uređaja za zbrinjavanje otpada spojena na sudoper rješava problem neugodnih mirisa uređaja za zbrinjavanje otpada efikasnim otpuštanjem otpadaka kroz prolazne oštrice gdje se otpad melje i suši u isto vrijeme unutar pomičnog dijela. Prijelazna jedinica uređaja za zbrinjavanje otpada sadrži procesno bure (110) koje je spojeno na donji dio korita sudopera i u koje se ubacuje otpad iz korita, jednu ili više prolaznih oštrica (140) koje su ugrađene u pokretni dio (115), uz mogućnost rotacije, na dnu procesnog bureta te odvodni otvor (134) koji je spojen na procesno bure, a služi za ispuštanje tekućine dobivene iz biootpada.



Slika 11. Slika patenta 2 u izometriji i presjeku A-A



Slika 12. Prolazne oštrice (140) u izometriji i presjeku A-A

### 3.3 Patent 3

JP2009028713 (A) – GARBAGE DISPOSER AND GARBAGE TREATMENT SYSTEM

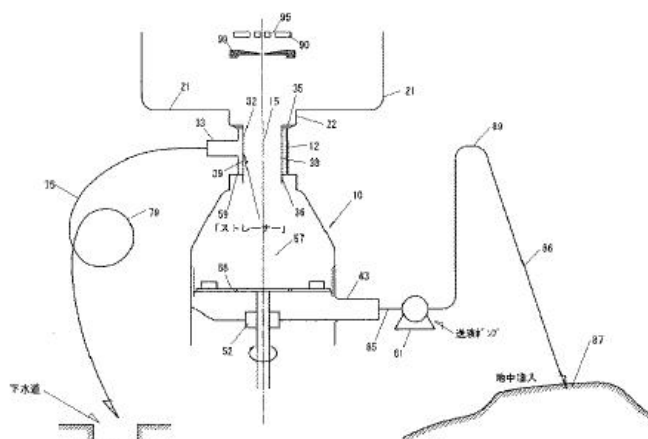
Objavio: Miyazaki Masayasu, Japan

Ključne riječi: home garbage treatment system

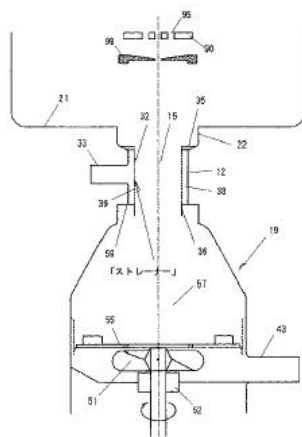
Datum objave: 12.02.2009.

[http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=JP&NR=2009028713A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20090212&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en\\_EP](http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=JP&NR=2009028713A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20090212&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en_EP)

Odstranjivač otpada (10) koji je izravno spojen na odvod (22) slivnika (21) sa ulazne (gornje) strane (15) sastoji se od: prvog otvora za pražnjenje (33) koji omogućava izravan protok vode u sifon kroz cjedilo (32); prostora za skladištenje otpada (57) koji se nalazi između donjeg dijela prvog otvora za pražnjenje (33) i rotirajućih ploča za usitnjavanje (55). U uređaju za zbrinjavanje otpada A protok u odvodnim cijevima nije povećan jer, iako se tretira u odstranjivaču otpada (10), muljevit otpad se ubrizgava u zemlju na parceli pomoću pumpe (61) iz drugog otvora za pražnjenje (43) time omogućavajući fermentaciju tokom raspada.



Slika 13. Slika patenta 3



Slika 14. Rotirajući dijelovi patenta 3

### 3.4 Patent 4

KR20130041669 – A FOOD GARBAGE TREATING APPARATUS

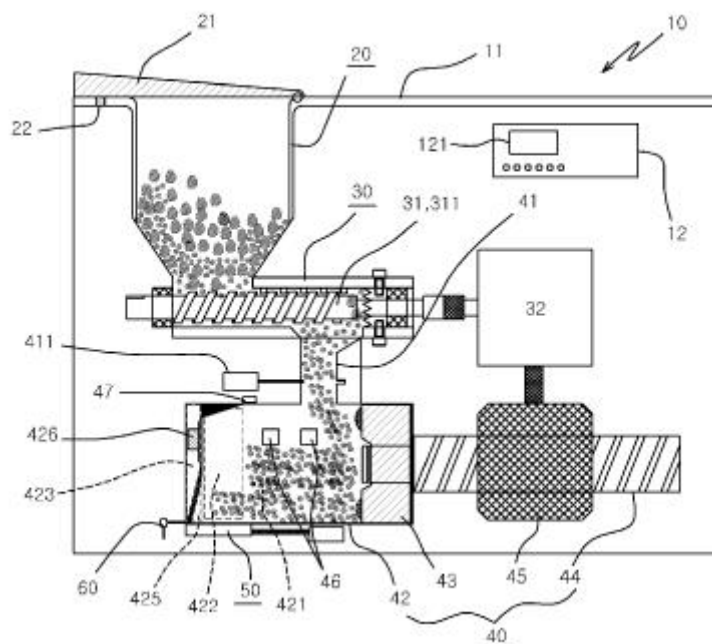
Objavio: Lee Hyo Young, Republika Koreja

Ključne riječi: Home garbage treatment system

Datum objave: 25.04.2013.

<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=KR&NR=20130041669A&KC=A&FT=D&ND=5&date=20130425&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en> EP

Uređaj za zbrinjavanje otpada služi za suzbijanje nastanka neugodnih mirisa tijekom procesa odlaganja te smanjivanje volumena biootpada. Također, namijenjen je kućnoj uporabi zahvaljujući malim dimenzijama. Uređaj se sastoji od posude sa konusnim dnom (20), jedinice za usitnjavanje (30), tlačne i dehidracijske jedinice (40) koja služi za izvlačenje vlage iz samljevenih ostataka, čvrstog ispusnog ventila, cijevi za odvod dehidrata i upravljačke jedinice (12). Tlačna i dehidracijska jedinica sadrži dostavnu cijev (41), horizontalno bure, pritisnu ploču (43), pogonsko vratilo (44) te reduktor (45). Dostavna cijev nalazi se na donjoj strani jedinice za usitnjavanje te je ugrađena sa uključno/isključnim ventilom na gornjem stražnjem dijelu. Horizontalno bure spojeno je sa dostavnom cijevi i izrađeno tako da ima nekoliko odvodnih rupa (424) na donjem dijelu poklopca sa prednje strane. Pritisna ploča ugrađena je u horizontalno bure te služi za istiskivanje ostataka koji pristižu iz cijevi u tlačni dio skladišnog prostora gdje ih tlači. Pogonsko vratilo je spojeno za stražnju plohu pritisne ploče. Reduktor povezuje motor sa pogonskim vratilom. Čvrsti ispusni ventil ugrađen je na donjem dijelu tlačnog prostora te omogućava ispuštanje stlačenih krutih ostataka prema dolje.



Slika 15. Slika patenta 4

Tablica 2. Usporedba patenata

Značajke	Patent 1	Patent 2	Patent 3	Patent 4
Kapacitet	-	-	0	+
Dimenzije	-	+	0	-
Jednostavnost montaže	0	+	+	-
Brzina usitnjavanja	-	0	+	-
Cijena	-	+	0	-
Vijek trajanja	+	-	0	+
Jednostavnost izrade	-	+	+	-
<b>Ukupno</b>	<b>-4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>-3</b>

Obzirom da neki patenti od pronađenih (Patent 1 i 4) ne odgovaraju u potpunosti uređaju kojeg je potrebno konstruirati, nije neobično što imaju toliko niske ocjene. Međutim, ti isti patenti sadrže dijelove koji su iskoristivi za daljnji razvoj koncepata, odnosno implementaciju u sklop uređaja kao što su mehanizam usitnjavanja ili dijelovi za filtriranje ostataka.

Pošto su patent 2 i 3 u potpunosti primjenjivi na problem kojeg je potrebno riješiti, imaju i visoke ocjene. Patent 2 visoku ocjenu može zahvaliti kompaktnosti tj., malim dimenzijama u odnosu na ostale patente, te jednostavnosti montaže, no nedostatak mu je mali kapacitet, kao i prvom patentu. Iako, kako je navedeno u prethodnom poglavlju, patent 3 u potpunosti odgovara postojećim proizvodima te zato dobiva najvišu ocjenu u vrednovanju, zbog većih gabarita dobiva manji broj bodova od patenta 2 u tom aspektu.

## 4 Određivanje definicije cilja razvoja proizvoda

### 4.1 Tehnički upitnik

1. **Što je stvarni problem koji treba riješiti?**  
Omogućiti brzo i efikasno usitnjavanje biootpada u kućanstvu uređajem spojenim na sudoper
2. **Koja implicitna očekivanja i želje je potrebno uključiti u razvoj?**
  - brzina usitnjavanja, kapacitet mlina, dugovječnost proizvoda i njegovih dijelova
  - jednostavnost montaže/demontaže
  - mala masa i dimenzije uređaja
3. **Da li su pretpostavljene potrebe korisnika, funkcionalni zahtjevi i ograničenja zaista realni?**
  - dimenzije uređaja moraju odgovarati gabaritima ugradbenog prostora (kuhinjski ormarić)
  - prihvat na postojeći odvod slivnika
4. **U kojim smjerovima postoje mogućnosti za kreativni razvoj i inventivno rješavanje problema?**
  - novi materijali komponenata i kućišta
  - novi načini prihvata na odvod slivnika
  - novi mehanizmi za usitnjavanje
5. **Ima li limita na kreativnost u razvoju?**
  - dimenzije i oblik ugradbenog prostora (kuhinjski ormarić)
  - dimenzije i oblik prihvata (odvod slivnika)
  - antikorozivna svojstva materijala dijelova u dodiru s tekućinom
6. **Koje karakteristike/svojstva proizvod nužno mora imati?**
  - mogućnost prihvata na postojeći odvod slivnika
  - što kraće vrijeme usitnjavanje
  - usitnjavanje na što manje komadiće
  - sustav zaštite korisnika od ozljede
  - korozijska postojanost
  - jednostavnost montaže
  - prihvatljiva cijena



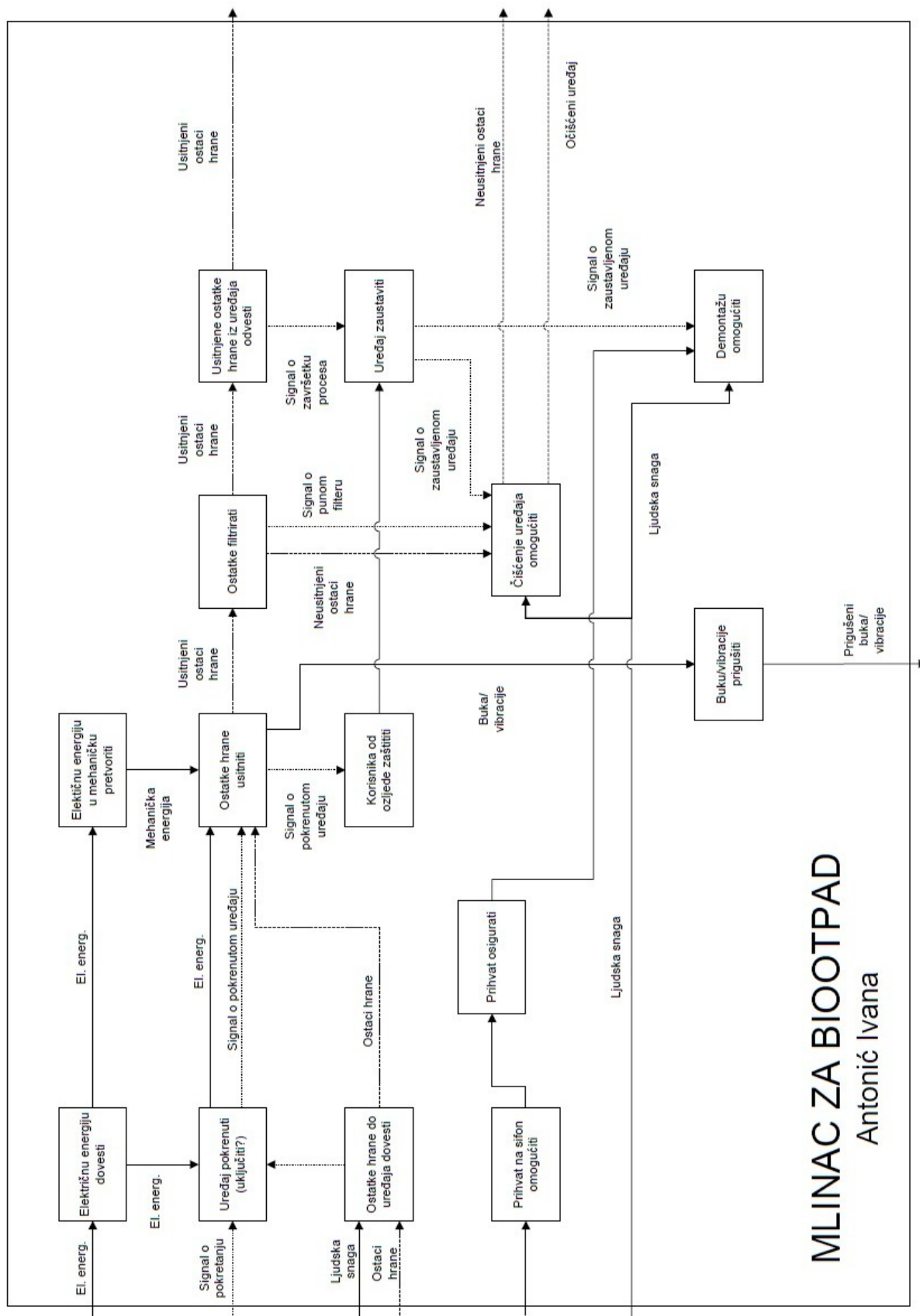
- 7. Koje karakteristike/svojstva proizvod sigurno ne smije imati?**
  - visoka cijena, velika masa, velike dimenzije
  
- 8. Koji se aspekti razvoja mogu i trebaju kvantificirati u ovom trenutku?**
  - analiza tržišta
  - analiza postojećih rješenja
  - zahtjevi kupaca
  - geometrijske karakteristike ugradbenog prostora i mjesta prihvata na odvod slivnika
  
- 9. Da li su razvojni zadaci postavljeni na prikladnoj razini apstrakcije?**
  - da, želimo uređaj koji omogućava usitnjavanje biootpada na čestice dovoljno male da mogu proći kroz odvodni sustav
  
- 10. Koji su tehnička i tehnološka ograničenja naslijeđena iz prethodnog iskustva sa sličnim proizvodom?**
  - usitnjavanje biootpada na jedinstven način (rotirajuća ploča i statični rezni elementi)

## 4.2 Definicija cilja razvoja proizvoda

Tablica 3: Definicija cilja razvoja proizvoda







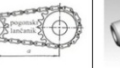

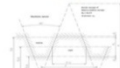

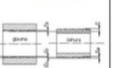






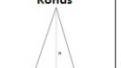


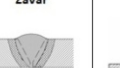

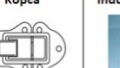






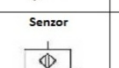




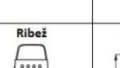
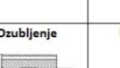

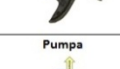
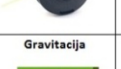



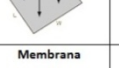


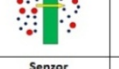








DEFINICIJA CILJA RAZVOJA PROIZVODA	Naziv projekta: <b>Mlin za biootpad u domaćinstvu</b>	Datum:
<b>Opis proizvoda:</b>		
Mlin za biootpad u domaćinstvu spojen za sudoper i ugrađen u kuhinjski ormarić		
<b>Primarno tržište:</b>		
Kućanstva i manji restorani, obrti		
<b>Sekundarno tržište :</b>		
Škole, domovi za umirovljenike, bolnice, veliki restorani		
<b>Koje karakteristike se podrazumijevaju:</b>		
Mogućnost prihvata na postojeći odvod slivnika, male dimenzije i masa uređaja, jednostavnost montaže/demontaže		
<b>Ciljane grupe korisnika:</b>		
Obitelji, ekološki osvješteni građani, institucije, tvrtke		
<b>Pravci kreativnog razvoja:</b>		
Jednostavnost korištenja, sigurnost korisnika, brzina usitnjavanja biootpada, gabariti uređaja, trajnost uređaja, masa, glasnoća uređaja		
<b>Limiti projekta:</b>		
Dimenzije ugradbenog prostora, spajanje na postojeći odvod		

## 5 Funkcijska dekompozicija



**Slika 16.** Funkcijska dekompozicija

## 6 Morfološka matrica

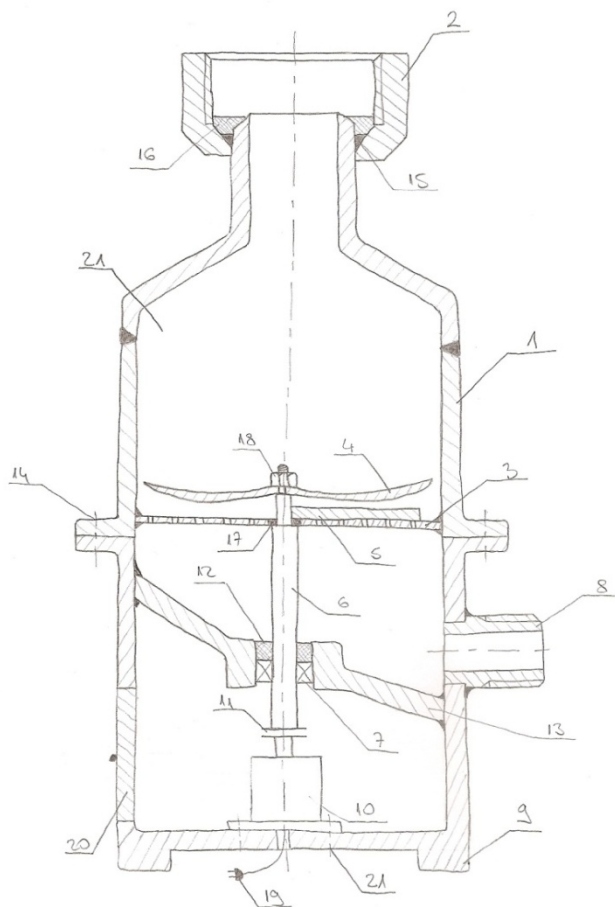
MORFOLOŠKA MATRICA								
El. Energ dovesti	Električni vodič 							
El. Energ u meh. Pretvoriti	Elektromotor 							
Mehaničku energiju prenositi	Vratilo 	Zupčani prijenos 	Remenski prijenos 	Tarni prijenos 	Lančani prijenos 	Pužni prijenos 		
Prihvati omogućiti	Navoj 	Konus 	Stezni spoj 	Ljepilo 	Zavar 	Lem 	Kopča 	Industrijski čičak 
Prihvati osigurati	Navoj 	Konus 	Stezni spoj 	Ljepilo 	Zavar 	Lem 	Kopča 	Industrijski čičak 
Ostatke hrane do mjesta usitnjavanja dovesti	Ljevak 	Cijev 	Tlak 					
Uređaj porediti	Tipka 	Sklopka 	Senzor 					
Ostatke hrane usitniti	Nož 	Flax 	Laser 	Vodeni mlaz 	Ribež 	Ozubljenje 	Kemikalije 	
Usitnjene ostatke hrane iz uređaja odvesti	Pumpa 	Gravitacija 	Tlak 					
Ostatke filtrirati	Sito 	Filter 	Membrana 					
Uređaj pokrenuti/zaustaviti	Tipka 	Sklopka 	Senzor 	Timer 				
Čišćenje omogućiti	Vrata 	Ladica 						
Korisnika od ozljede zaštititi	Sigurnosni sklop protiv otvaranja vrata tijekom rada	Poklopac za odvod 	Zaštitne rukavice 					
Buka/vibracije	Izolacija 	Prigušni elementi 	Podmazivanje 					

Slika 17. Morfološka matrica

## 7 Koncepti

### 7.1 Koncept 1

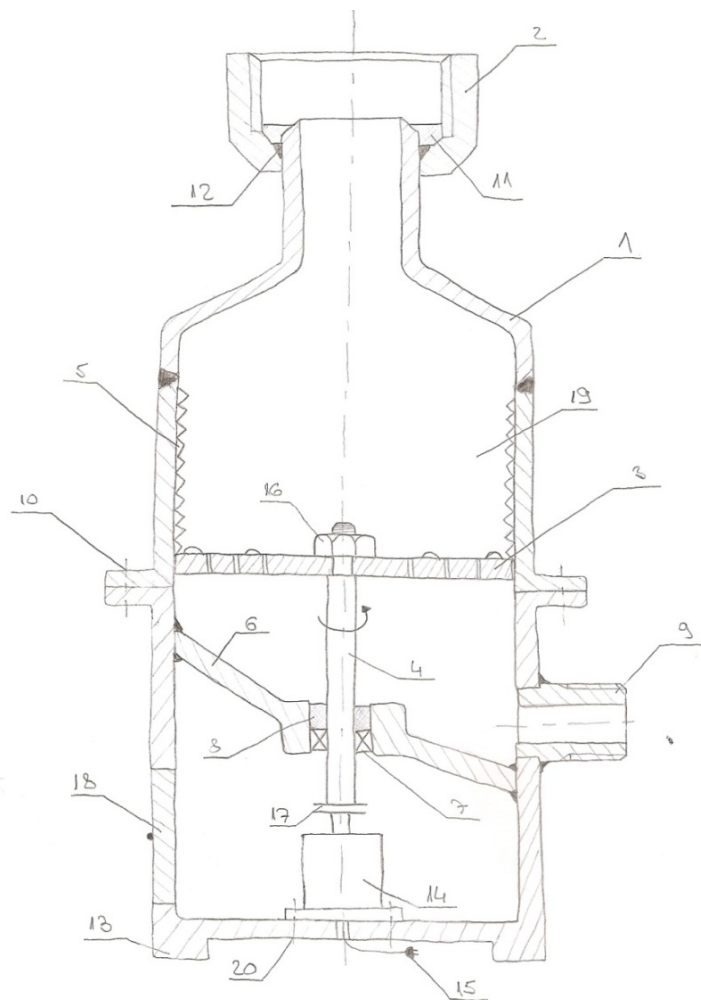
Mlin za biootpad u domaćinstvu spaja se na odvodnu cijev sudopera maticom (2) sa O-brtvom (16) i konusnom brtvom (15). Otpatci kroz odvodnu cijev sudopera padaju u prostor za usitnjavanje (21) gdje se nalaze noževi (4) maticom (18) osigurani na vratilu (6) koji usitnjavaju otpatke. Usitnjeni otpatci zatim prolaze kroz sito (3) uz pomoć lopatice (5) također na vratilu (6). Brtva (17) osigurava da se tekućina ne slijeva niz vratilo te da se usitnjeni ostaci ne talože uz isto. Tako usitnjeni ostaci zajedno sa vodom iz sudopera slijevaju se u cijev s navojem (8) na koju se dalje spaja sifon. Elektromotor s reduktorom (10), koji se priključuje utikačem (19) na električnu mrežu domaćinstva, nalazi se u donjem dijelu kućišta (1), odvojenom kružnom pločom s nosačem ležaja (13) postavljenom pod kutem da bi se omogućio izlaz otpadaka i vode i zaštićenom od istih brtvom (12), te preko spojke (11) te vratila (6) prenosi okretni moment noževima (4). Vratilo (6) uležišteno je u kružnoj ploči (7), a elektromotor s reduktorom (10) spaja se vijcima (22) za kućište (1). Vratašca (20) omogućavaju montažu/demontažu elektromotora (10).



Slika 18. Skica koncepta 1

## 7.2 Koncept 2

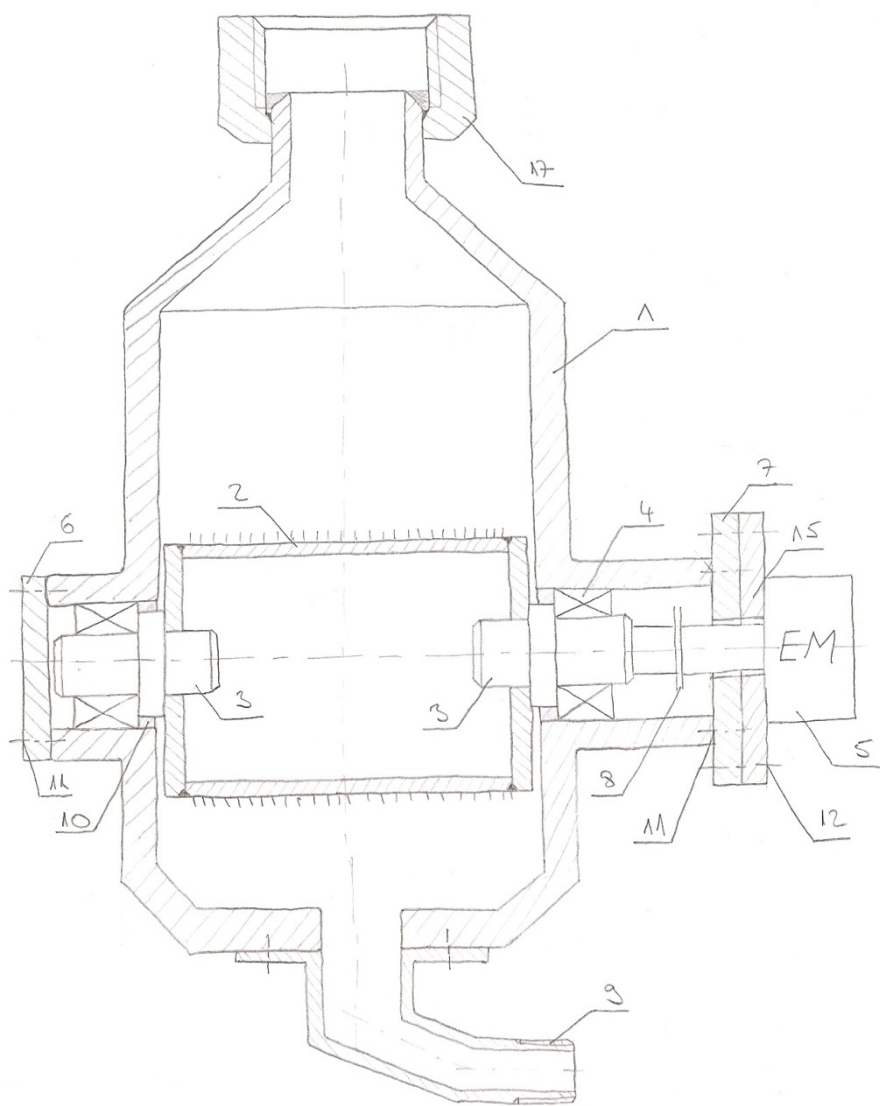
Mlin za biootpad u domaćinstvu spaja se na odvodnu cijev sudopera maticom (2) sa O-brtvom (11) i konusnom brtvom (12). Otpatci kroz odvodnu cijev iz sudopera padaju u prostor za usitnjavanje (19) gdje se nalazi rotirajuća ploča sa rupama i izdancima (3) osigurana na vratilu (4) pomoću matice (16). Izdanci na ploči služe za odbacivanje otpadaka na nazubljenu površinu (5) kućišta (1), koja usitnjava otpatke do veličine koju rupe na rotirajućoj ploči mogu propustiti. Tako usitnjeni ostaci zajedno sa vodom iz sudopera slijevaju se niz kružnu ploču s nosačem ležaja (6) postavljenu pod nagibom u cijev s navojem (8) na koju se dalje spaja sifon. Kućište (1) je dvodijelno i spojeno preko prirubnice vijcima (10), dok se u kuhinjski element postavlja na dno nogama (13). Elektromotor s reduktorom (14), koji se spaja na električnu mrežu domaćinstva utikačem (15), vezan je vijcima (20) za dno kućišta (1), a nalazi se u prostoru ispod kružne ploče s nosačem ležaja (6) koji je osiguran od prodora vode i usitnjenih ostataka brtvom (8). Uležišteno na mjestu (7), vratilo (4) snagu dobiva preko spojke (17) od elektromotora s reduktorom (14). Vratašca (18) omogućavaju montažu/demontažu elektromotora (14).



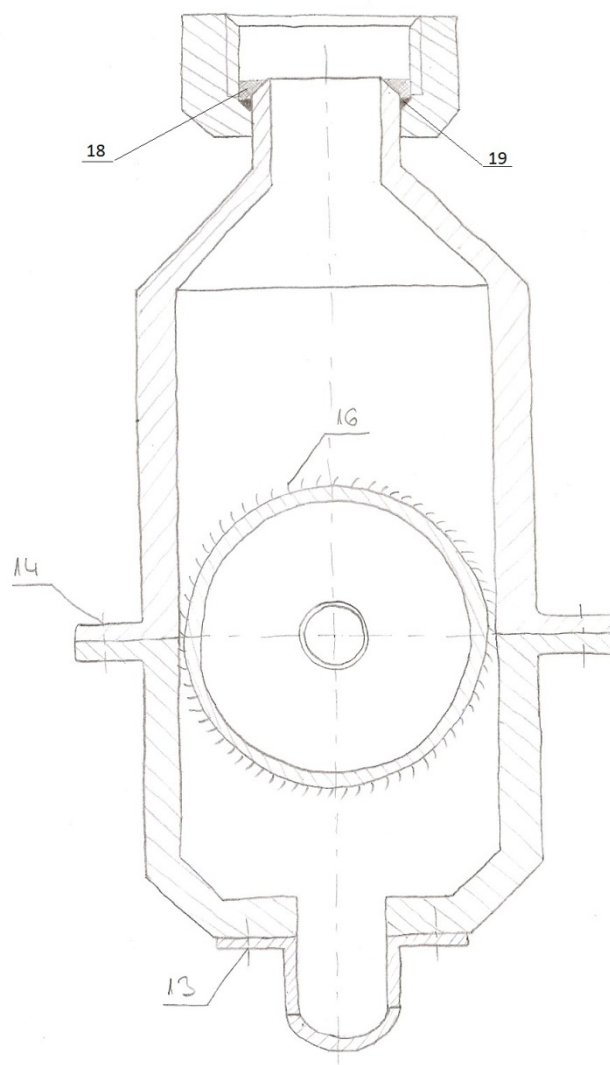
Slika 19. Skica koncepta 2

### 7.3 Koncept 3

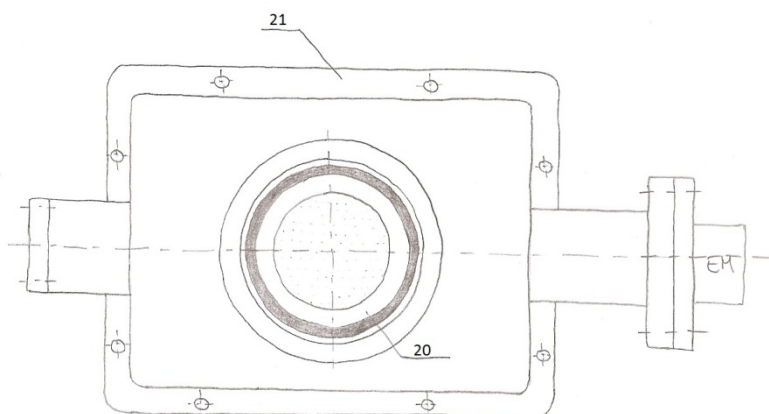
Otpatci padaju u mlin za biootpad kroz odvod sudopera na nazubljeni bubanj (2) koji se okreće u kućištu (1) te zubima (16) melje ostatke hrane čije čestice skupa s vodom izlaze kroz vijcima (13) montiranu odvodnu cijev s navojem (9) na koju se nastavlja odvod. Kućište (1) sastavljeno je od dva dijela međusobno povezanih vijcima (14) postavljenima po obodu prirubnice (21) te na vrhu ima kružni otvor (20) s maticom (17) s O-brtvom (18) i konusnom brtvom (19). Elektromotor (5) koji je preko prirubnice (15) vijcima (12) vezan za poklopac sa središnjim provrtom (7) pokreće bubanj (2) smješten na dva vratila (3) od kojih je desno spojkom (8) vezano za vratilo elektromotora. Vratila (3) uležištena su u kućištu (1) ležajevima (4) koji su od vode i ostataka biootpada odvojeni brtvama (10). Lijevo ležajno mjesto također je zatvoreno poklopcem (6) pričvršćenim za kućište (1) vijcima (11).



Slika 20. Nacrt koncepta 3 u presjeku



Slika 21. Bokocrt koncepta 3 u presjeku



Slika 22. Tlocrt koncepta 3



## 7.4 Vrednovanje koncepata

Tablica 4: Vrednovanje koncepata

Značajke	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Kapacitet	0	+	-
Dimenzije	-	-	+
Jednostavnost montaže	+	+	0
Brzina usitnjavanja	0	+	-
Cijena	0	0	0
Vijek trajanja	-	+	0
Jednostavnost izrade	-	0	+
Sklonost zastoju uslijed prevelike količine ostataka	-	+	0
<b>Ukupno</b>	<b>-3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Usporedbom koncepata po značajkama navedenima u tablici zaključujem da je koncept 2 najbolji. U prilog mu ide kapacitet, koji je veći nego u druga dva koncepta te, također, tri korisniku vrlo važne stvari, a to su: jednostavnost montaže, brzina usitnjavanja te vijek trajanja proizvoda. Mana odabranog koncepta su nešto veće dimenzije u odnosu na koncept 3, kao i kompliciranija izrada. Najveća mana koncepta 3 je nestandardna izvedba kućišta za ovaj tip uređaja s čime dolazi i pitanje montaže unutar postojećeg prostora (kuhinjski ormarić). Još jedna mana mu je i manja brzina usitnjavanja ostataka u odnosu na druga dva koncepta što se može poboljšati malim modifikacijama. Kućište koncepta 1 je identično kućištu koncepta 2, no ono što mu ne ide u prilog je mehanizam za rezanje koji je sklon zastoju u slučaju prevelike količine ostataka koje je potrebno usitniti te mogućnost oštećenja noževa koje je u tom slučaju potrebno mijenjati. Također, veća je opasnost i od ozljede korisnika, pošto je ulazni otvor dovoljno velik da kroz njega može proći i ruka odrasle osobe.

## 8 Proračun

### 8.1 Odabir elektromotora

Tijekom analize tržišta zaključila sam da je za pokretanje uređaja dovoljan motor snage do 1kW sa brzinom okretaja većom od  $1500\text{min}^{-1}$ , stoga zbog male mase biram elektromotor s permanentnim magnetom BMD 82 2,2 1600 230 100 19

$$P_{EM} = 1,2\text{kW}$$

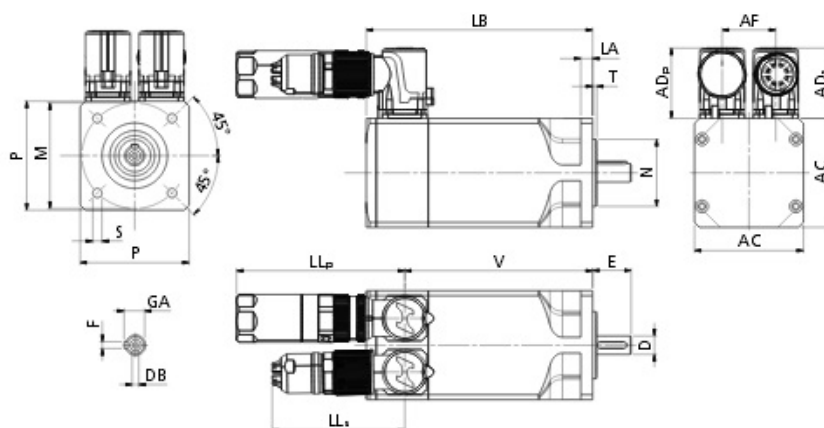
$$M_n = 3,8\text{Nm}$$

$$n_{EM} = 3000\text{min}^{-1}$$

$$m_{EM} = 4,6\text{kg}$$

prema [4], str. 3.

### Dimensions (from BMD 65 to BMD 102)



Type		Shaft				
		D	E	DB	GA <sup>(1)</sup>	F <sup>(1)</sup>
65		9	20	M3	10.2	3
		11	23	M4	12.5	4
82		11	23	M4	12.5	4
		14	30	M5	16	5
		19	40	M6	21.5	6
102		19	40	M6	21.5	6
		24	50	M8	27	8

Type		Flange					
		M	N	P	S	T	LA
65		63	40	65	5.5	2.5	7
		75	60	65	6	2.5	7
82		100	80	82	6.5	3	10
		115	95	100	9	3	10
102		100	80	102	7	3	10
		115	95	102	9	3	10

Type		Motor																
	T <sub>n</sub>	AC	LB <sub>2</sub>	LB <sub>3</sub>	LB <sub>4</sub>	LB <sub>5</sub>	LB <sub>6</sub>	LB <sub>7</sub>	AD <sub>p</sub>	AD <sub>s</sub>	AF	LL <sub>p</sub>	LL <sub>s</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>11</sub>	
65	1.7	65	135	166	153	153	202	202	41.5	41.5	32	96	96	112	112	161	161	
	2.2		161	192	179	179	228	228						138	138	187	187	
82	3.2	82	160	200	183	160	223	223	41.5	41.5	36	96	96	132	132	195	195	
	4.4		180	220	203	180	243	243						152	152	215	215	
102	7.2	102	180	220	203	180	243	220	41.5	41.5	39	96	96	150	150	190	190	
	9.6		207	247	230	207	297	247						177	177	217	217	

Slika 23. Dimenzije elektromotora

## 8.2 Ukupna masa i kapacitet uređaja

Kapacitet uređaja (napunjen do visine  $2/3H$ ):

$$V = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot h = \frac{0,19^2 \pi}{4} \cdot 0,033 = 9,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \Rightarrow V = 936 \text{ ml} \quad (1)$$

$$h = 33 \text{ mm}$$

iz konstrukcije

$$d = 190 \text{ mm}$$

iz konstrukcije

Maksimalna masa vode (puni kapacitet):

$$m_{\text{max}} = V \cdot \rho_{\text{voda}} = 9,36 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 = 0,936 \text{ kg} \quad (2)$$

$$\rho_{\text{voda}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Maksimalna sila vode na ploču:

$$F_{\text{max}} = m_{\text{max}} \cdot g = 0,936 \cdot 9,81 = 9,18 \text{ N} \quad (3)$$

Ukupna masa uređaja:

$$m_{\text{uk}} = 12,9 \text{ kg}$$

## 8.3 Proračun vijaka

### 8.3.1 Vijci na spoju gornjeg i donjeg dijela kućišta

Vijci na spoju gornjeg i donjeg dijela kućišta:

Masa donjeg dijela kućišta i elektromotora:

$$m_1 = m_{\text{EM}} + m_{\text{donjidio}} \quad (4)$$

$$m_1 = 4,6 + 4,155 = 8,76 \text{ kg} \quad (5)$$

$$m_{\text{EM}} = 4,6 \text{ kg}$$

prema [4], str. 3.

$$m_{\text{donjidio}} = 4,155 \text{ kg}$$

iz konstrukcije

Sila u vijcima:

Odabrana 4 vijka M4 kvalitete 4.6

$d_1 = 3,242\text{mm}$  - promjer jezgre vijka prema [1], str. 489.

$$F_v = \frac{G_1 + F_{\max}}{4} = \frac{85,94 + 9,18}{4} = 24\text{N} \quad (6)$$

$G_1 = m_1 \cdot g = 8,76 \cdot 9,81 = 85,94\text{N}$  - težina donjeg dijela kućišta i elektromotora

Naprezanje u vijcima (vlak):

$$\sigma_v = \frac{F_v}{A_v} = \frac{24}{8,25} = 2,91\text{N/mm}^2 \quad (7) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

$$A_v = \frac{d_1^2 \pi}{4} = \frac{3,242^2 \pi}{4} = 8,25\text{mm}^2 \text{ - pov. jezgre vijka} \quad (8) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

Dopušteno naprezanje u vijku:

$$\sigma_{\text{dop}} = 0,3\sigma_T = 0,3 \cdot 240 = 72\text{N/mm}^2 \quad (9) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

Za razred čvrstoće 4.6:

$$\sigma_T = 240\text{N/mm}^2 \quad \text{prema [1], str. 535.}$$

$$\sigma_{\text{dop}} > \sigma_v \text{ - ZADOVOLJAVA}$$

### 8.3.2 Vijci za spoj poklopca elektromotora s kućištem

Masa poklopca elektromotora:

$$m_{\text{poklopac}} = 0,25\text{kg} \quad \text{iz konstrukcije}$$

Sila u vijcima:

Odabrana 4 vijka M2 kvalitete 4.6

$d_1 = 1,567\text{mm}$  - promjer jezgre vijka prema [1], str. 489.

$$F_v = \frac{G_{\text{poklopac}}}{4} = \frac{2,45}{4} = 0,61\text{N} \quad (10)$$

$$G_{\text{poklopac}} = m_{\text{poklopac}} \cdot g = 0,25 \cdot 9,81 = 2,45\text{N} \quad (11)$$

Naprezanje u vijcima (vlak):

$$\sigma_v = \frac{F_v}{A_v} = \frac{0,61}{1,93} = 0,32 \text{ N/mm}^2 \quad (12) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

$$A_v = \frac{d_1^2 \pi}{4} = \frac{1,567^2 \pi}{4} = 1,93 \text{ mm}^2 - \text{pov. jezgre vijka} \quad (13) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

Dopušteno naprezanje u vijku:

$$\sigma_{\text{dop}} = 0,3 \sigma_T = 0,3 \cdot 240 = 72 \text{ N/mm}^2 \quad (14) \quad \text{prema [1], str. 536.}$$

Za razred čvrstoće 4.6:

$$\sigma_T = 240 \text{ N/mm}^2 \quad \text{prema [1], str. 535.}$$

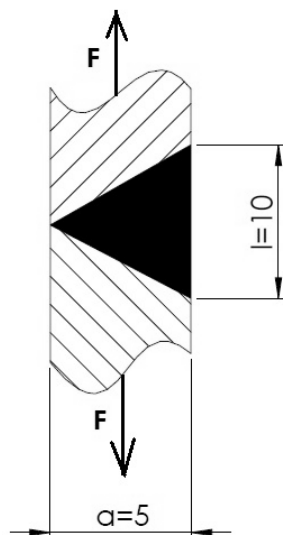
$$\sigma_{\text{dop}} > \sigma_v - \text{ZADOVOLJAVA}$$

## 8.4 Proračun zavora

### 8.4.1 Zavar na spoju gornjeg i nazubljenog dijela kućišta

Masa dijelova uređaja koji opterećuju zavar:

$$m_2 = 7,93 \text{ kg} \quad \text{iz konstrukcije}$$



Slika 24. Zavar na spoju gornjeg i nazubljenog dijela kućišta

$$a = 5 \text{ mm}$$

$$l = 10 \text{ mm}$$

iz slike

$$\sigma_v = \frac{F}{a \cdot l} = \frac{86,97}{5 \cdot 10} = 1,74 \text{ N/mm}^2 \quad (15) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$$F = G_2 + F_{\max} = m_2 \cdot g + F_{\max} = 7,93 \cdot 9,81 + 9,18 \quad (16)$$

$$F = 86,97 \text{ N} \quad (17)$$

Dopušteno naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{\text{dop,zav}} = \alpha \sigma_{\text{dop}} = 0,7 \cdot 325 = 227,5 \text{ N/mm}^2 \quad (18) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$\alpha = 0,7 \dots 1,0$  - koeficijent zavarivanja za statičko opterećenje vlakom prema [1], str. 529.

Odabrano:  $\alpha = 0,7$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325 \text{ N/mm}^2 \quad (19)$$

$R_m = 650 \text{ N/mm}^2$  - za X15Cr13 prema [1], str. 372.

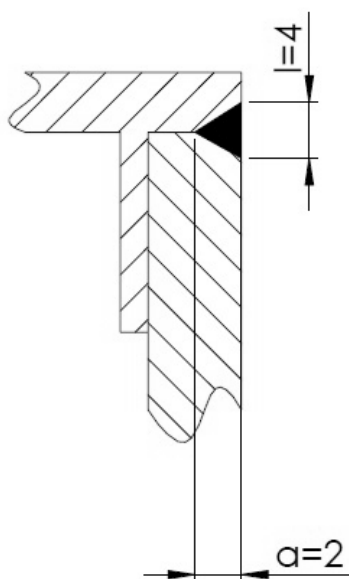
$S = 2$  - sigurnost odabrano

$\sigma_{\text{dop,zav}} > \sigma_v$  - ZADOVOLJAVA

#### 8.4.2 Spoj čahure i poklopca

Masa dijelova uređaja koji opterećuju zavar:

$m_3 = 1,09 \text{ kg}$  iz konstrukcije



Slika 25. Dimenzije zavara na spoju poklopca i čahure

$a = 2 \text{ mm}$

$l = 4 \text{ mm}$

iz slike

$$\sigma_v = \frac{F}{a \cdot l} = \frac{19,87}{2 \cdot 4} = 2,48 \text{ N/mm}^2 \quad (20) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$$F = G_3 + F_{\max} = m_3 \cdot g + F_{\max} = 1,09 \cdot 9,81 + 9,18 \quad (21)$$

$$F = 19,87 \text{ N} \quad (22)$$

Dopušteno naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{\text{dop,zav}} = \alpha \sigma_{\text{dop}} = 0,7 \cdot 325 = 227,5 \text{ N/mm}^2 \quad (23) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$\alpha = 0,7 \dots 1,0$  - koeficijent zavarivanja za statičko opterećenje vlakom prema [1], str. 529.

Odabrano:  $\alpha = 0,7$

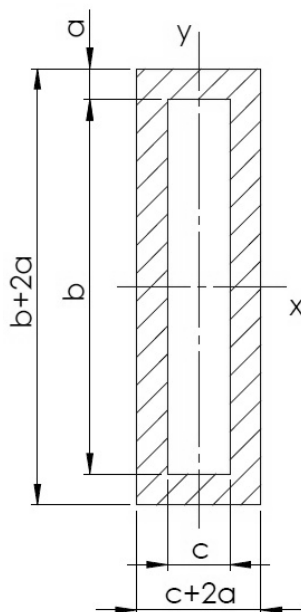
$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325 \text{ N/mm}^2 \quad (24)$$

$R_m = 650 \text{ N/mm}^2$  - za X15Cr13 prema [1], str. 372.

$S = 2$  - sigurnost odabrano

$\sigma_{\text{dop,zav}} > \sigma_v$  - ZADOVOLJAVA

#### 8.4.3 Zavar na spoju izdanka sa rotirajućom pločom



Slika 26. Dimenzije zavara izdanka

$$a = 2\text{mm}$$

$$b = 20\text{mm}$$

$$c = 2\text{mm}$$

$$h = 5\text{mm}$$

iz konstrukcije

Centrifugalna sila na vanjski izdanak:

$$F_{c,1} = m \cdot \omega_{EM}^2 \cdot r_1 = 0,0023 \cdot 314,16 \cdot 0,08 = 18,16\text{N} \quad (25)$$

$$m = 0,0023\text{kg} - \text{masa izdanka}$$

iz konstrukcije

$$r_1 = 80\text{mm} - \text{udaljenost od osi vrtnje}$$

iz konstrukcije

$$\omega_{EM} = 2\pi n_{EM} = 2\pi \cdot \frac{3000}{60} = 314,16\text{s}^{-1} - \text{brzina vrtnje EM} \quad (26)$$

Moment savijanja oko osi x:

$$M_{f,1} = F_{c,1} \cdot h = 18,16 \cdot 0,005 = 0,091\text{Nm} \quad (27)$$

Smično naprezanje zavora uslijed djelovanja centrifugalne sile:

$$\tau_{zav,1} = \frac{F_{c,1}}{A_{zav,1}} = \frac{18,6}{96} = 0,19\text{N/mm}^2 \quad (28)$$

prema [12], str. 9.

$$A_{zav,1} = 2 \cdot (b + 2a) \cdot a = 2 \cdot (20 + 2 \cdot 2) \cdot 2 = 96\text{mm}^2 \quad (29)$$

Savojno naprezanje zavora uslijed djelovanja centrifugalne sile:

$$\sigma_{f,zav,1} = \frac{M_{f,1}}{W_{zav,x}} = \frac{91}{464,9} = 0,2\text{N/mm}^2 \quad (30)$$

prema [12], str. 8.

$$W_{zav,x} = \frac{I_{zav,x}}{e_1} = \frac{5578,77}{12} = 464,9\text{mm}^3 \quad (31)$$

$$I_{zav,x} = \frac{(c + 2a)(b + 2a)^3}{12} - \frac{c \cdot b^3}{12} = 5578,67\text{mm}^4 \quad (32)$$

$$e_1 = \frac{b + 2a}{2} = 12\text{mm} \quad (33)$$

- najveća udaljenost presjeka od promatrane osi prema [12], str. 8.



Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red},1} = \sqrt{\sigma_{\text{f,zav},1}^2 + 3\tau_{\text{zav},1}^2} = \sqrt{0,2 + 3 \cdot 0,19^2} = 0,56 \text{ N/mm}^2 \quad (34)$$

Dopušteno naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{\text{dop,zav}} = \alpha \sigma_{\text{dop}} = 0,7 \cdot 325 = 227,5 \text{ N/mm}^2 \quad (35) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$\alpha = 0,7 \dots 1,0$  - koeficijent zavarivanja za statičko opterećenje vlakom prema [1], str. 529.

Odabrano:  $\alpha = 0,7$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325 \text{ N/mm}^2 \quad (36)$$

$R_m = 650 \text{ N/mm}^2$  - za X15Cr13 prema [1], str. 372.

$S = 2$  - sigurnost odabrano

$\sigma_{\text{dop,zav}} > \sigma_{\text{red},1}$  - ZADOVOLJAVA

Centrifugalna sila na unutarnji izdanak:

$$F_{\text{c},2} = m \cdot \omega_{\text{EM}}^2 \cdot r_2 = 0,0023 \cdot 314,16^2 \cdot 0,046 = 10,44 \text{ N} \quad (37)$$

$m = 0,0023 \text{ kg}$  - masa izdanka iz konstrukcije

$r_2 = 46 \text{ mm}$  - udaljenost od osi vrtnje iz konstrukcije

Moment savijanja oko osi y:

$$M_{\text{f},2} = F_{\text{c},2} \cdot h = 10,44 \cdot 0,005 = 0,052 \text{ Nm} \quad (38)$$

Naprezanje zavara uslijed djelovanja centrifugalne sile (smik):

$$\tau_{\text{zav},2} = \frac{F_{\text{c},2}}{A_{\text{zav},2}} = \frac{10,44}{24} = 0,44 \text{ N/mm}^2 \quad (39) \quad \text{prema [12], str. 9.}$$

$$A_{\text{zav},2} = 2 \cdot (c + 2a) \cdot a = 2 \cdot (2 + 2 \cdot 2) \cdot 2 = 24 \text{ mm}^2 \quad (40)$$

Savojno naprezanje zavara uslijed djelovanja centrifugalne sile:

$$\sigma_{\text{f,zav},2} = \frac{M_{\text{f},2}}{W_{\text{zav},y}} = \frac{52}{139,56} = 0,37 \text{ N/mm}^2 \quad (41) \quad \text{prema [12], str. 8.}$$

$$W_{zav,y} = \frac{I_{zav,y}}{e_2} = \frac{418,67}{3} = 139,56 \text{ mm}^3 \quad (42)$$

$$I_{zav,y} = \frac{(b+2a)(c+2a)^3}{12} - \frac{b \cdot c^3}{12} = 418,67 \text{ mm}^4 \quad (43)$$

$$e_2 = \frac{c+2a}{2} = 3 \text{ mm} \quad (44)$$

- najveća udaljenost presjeka od promatrane osi prema [12], str. 8

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{red,2} = \sqrt{\sigma_{f,zav,2}^2 + 3\tau_{zav,2}^2} = \sqrt{0,37^2 + 3 \cdot 0,44^2} = 0,98 \text{ N/mm}^2 \quad (45)$$

Dopušteno naprezanje u zavaru:

$$\sigma_{dop,zav} = \alpha \sigma_{dop} = 0,7 \cdot 325 = 227,5 \text{ N/mm}^2 \quad (46) \quad \text{prema [1], str. 529.}$$

$\alpha = 0,7 \dots 1,0$  - koeficijent zavarivanja za statičko opterećenje vlakom prema [1], str. 529.

Odabrano:  $\alpha = 0,7$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325 \text{ N/mm}^2 \quad (47)$$

$R_m = 650 \text{ N/mm}^2$  - za X15Cr13 prema [1], str. 372.

$S = 2$  - sigurnost odabrano

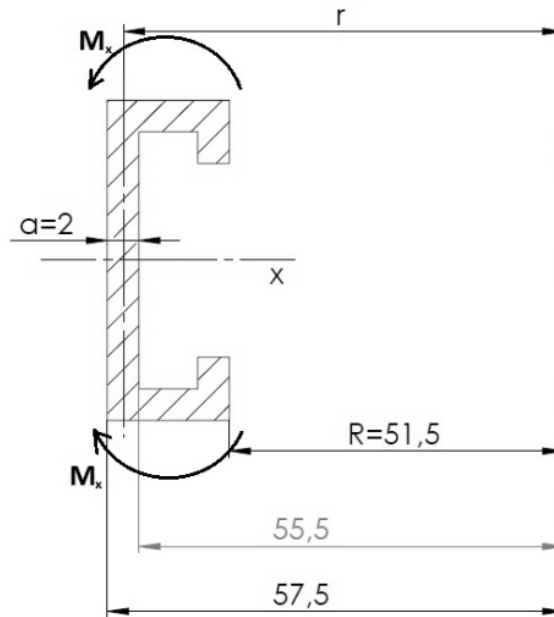
$\sigma_{dop,zav} > \sigma_{red,2}$  - ZADOVOLJAVA

## 8.5 Proračun kuka za prihvat na prirubnicu (3 kuke)

Ukupna sila:

$$F_{uk} = m_{uk} \cdot g + F_{max} = 12,9 \cdot 9,81 + 9,18 = 135,73 \text{ N} \quad (48)$$

Vlačno naprezanje u kukama:



Slika 27. Savijanje kuke za prihvat na prirubnicu

$$\sigma_v = \frac{F_{uk}}{3A} = \frac{F_{uk}}{3 \cdot a \cdot l} = \frac{135,73}{3 \cdot 2 \cdot 39,44} = 0,57 \text{ N/mm}^2 \quad (49)$$

$a = 2 \text{ mm}$  - debljina stijenke

$$l = r \cdot \hat{\varphi} = 56,5 \cdot \frac{2\pi}{9} = 39,44 \text{ mm} - \text{duljina luka} \quad (50) \quad \text{prema [1], str. 57.}$$

$$\varphi = 40^\circ \Rightarrow \hat{\varphi} = \frac{2\pi}{9} - \text{središnji kut}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325 \text{ N/mm}^2 \quad (51)$$

$$R_m = 650 \text{ N/mm}^2 - \text{za X15Cr13} \quad \text{prema [1], str. 372.}$$

$$S = 2 - \text{sigurnost} \quad \text{odabrano}$$

$$\sigma_{dop, zav} > \sigma_v - \text{ZADOVOLJAVA}$$

Savijanje oko osi x:

$$\sigma_s = \frac{M_x \cdot e}{I_x} = \frac{7470 \cdot 2}{10224,9} = 1,46 \text{ N/mm}^2 \quad (52) \quad \text{prema [1], str. 130.}$$

$$M_x = F_{uk} \cdot R = 135,73 \cdot 0,055 = 7,47 \text{ Nm} \quad (53)$$

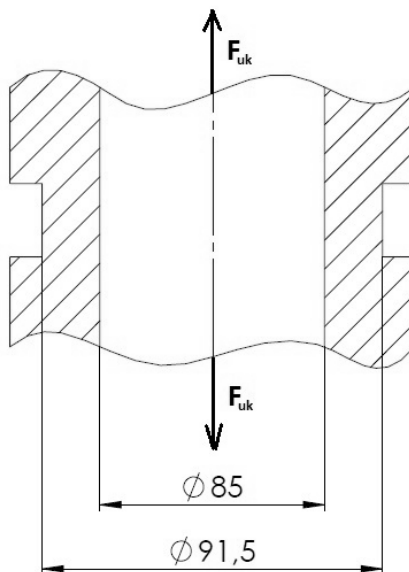
$$R = 54,5\text{mm}$$

iz konstrukcije

$$I_x = \frac{al^3}{12} = \frac{2 \cdot 39,44^3}{12} = 10224,9\text{mm}^4 \quad (54)$$

- aproksimacija pravokutnikom zbog velikog R prema [1], str.132.

## 8.6 Vlačno naprezanje prirubnice sudopera na mjestu utora za uskočnik



Slika 28. Dimenzije presjeka prirubnice sudopera

$$d_u = 85\text{mm}$$

$$d_v = 91,5\text{mm}$$

prema [8].

$$\sigma_v = \frac{F_{uk}}{A} = \frac{135,73}{901,05} = 0,15\text{N/mm}^2 \quad (55)$$

$$A = A_v - A_u = \frac{d_v^2 \pi}{4} - \frac{d_u^2 \pi}{4} = 901,05\text{mm}^2 \quad (56)$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_m}{S} = \frac{650}{2} = 325\text{N/mm}^2 \quad (57)$$

$$R_m = 650\text{N/mm}^2 \text{ - za X15Cr13}$$

prema [1], str. 372.

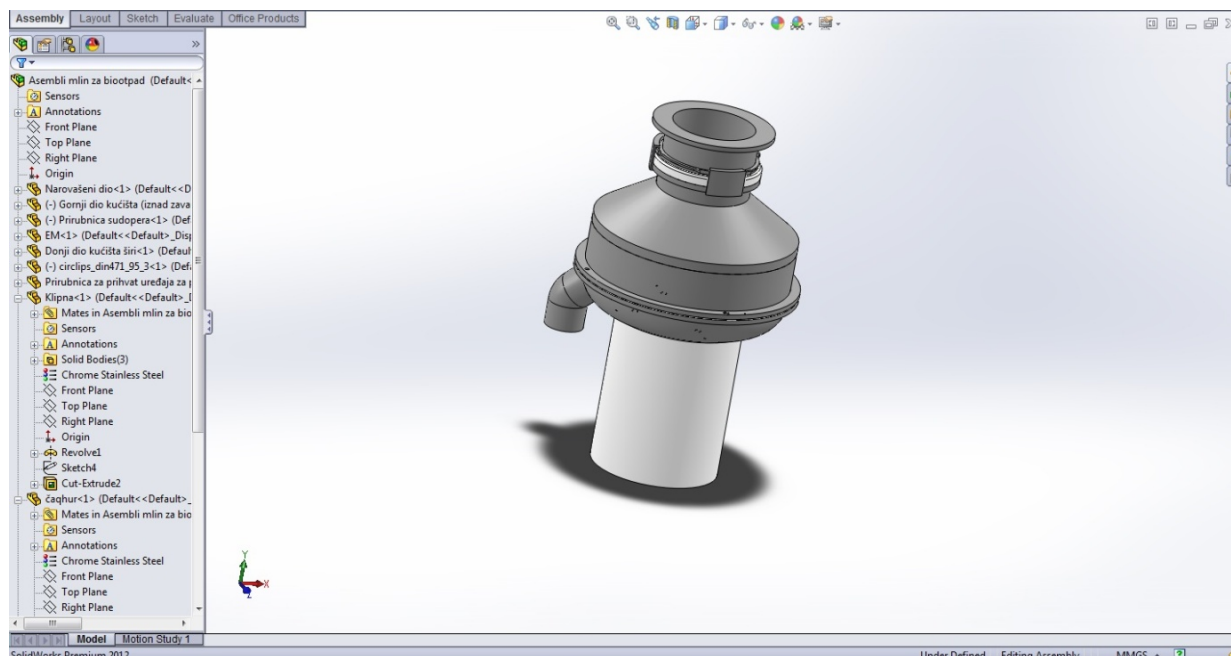
$$S = 2 \text{ - sigurnost}$$

odabrano

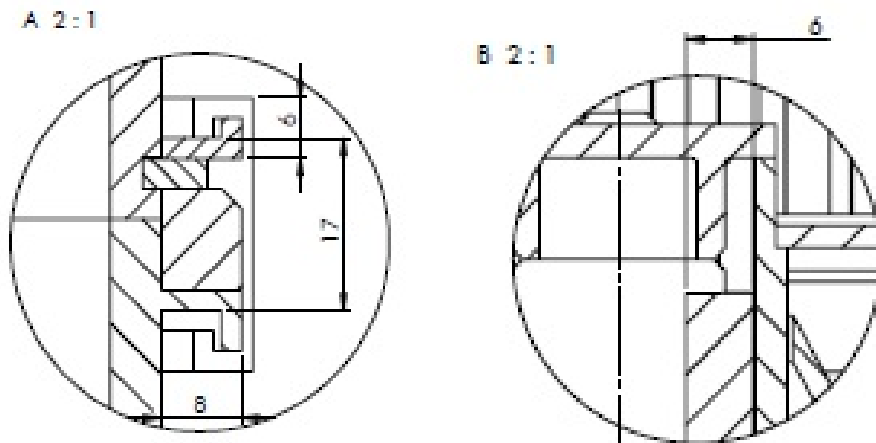
$$\sigma_{dop,zav} > \sigma_v \text{ - ZADOVOLJAVA}$$

## 9 Izrađeni model

Nakon proračuna nestandardnih dijelova uslijedilo je modeliranje uređaja u SolidWorks programskom paketu, nakon čega je sastavljena potrebna tehnička dokumentacija.



Slika 29. CAD model



Slika 30. Detalji sklopa

## **10 Zaključak**

U današnje doba ubrzanog rasta količine otpada na odlagalištima koji potpomažu nastanak stakleničkih i inih štetnih plinova, potreban je uređaj koji će, osim što će svojom funkcijom olakšati svakodnevni život ukućana u domaćinstvu, smanjiti količinu odloženog biootpada na odlagalištima. Međutim, iako je implementacija takvog uređaja u kućanstva i odvodne sustave gradova moguća uz vrlo male modifikacije, a uz velike prednosti po zaštitu okoliša, u većini zemalja nisu sastavni dio kuhinje. Analiza tržišta pokazala je da je zastupljenost mlinova za biootpad najveća u Sjedinjenim Američkim Državama te da se proizvođači orijentiraju prvenstveno prema tom tržištu, dok su na drugim tržištima prisutni samo rijetki modeli uređaja.

Međutim, pretraga патената pomoću European patent organization-a polučila je brojne rezultate iz čega se da zaključiti da se mnogi inovatori danas bave rješavanjem gorućeg problema odlaganja i razvrstavanja otpada upravo dajući idejna rješenja za uređaje koji u domaćinstvu prerađuju ili usitnjavaju biootpad.

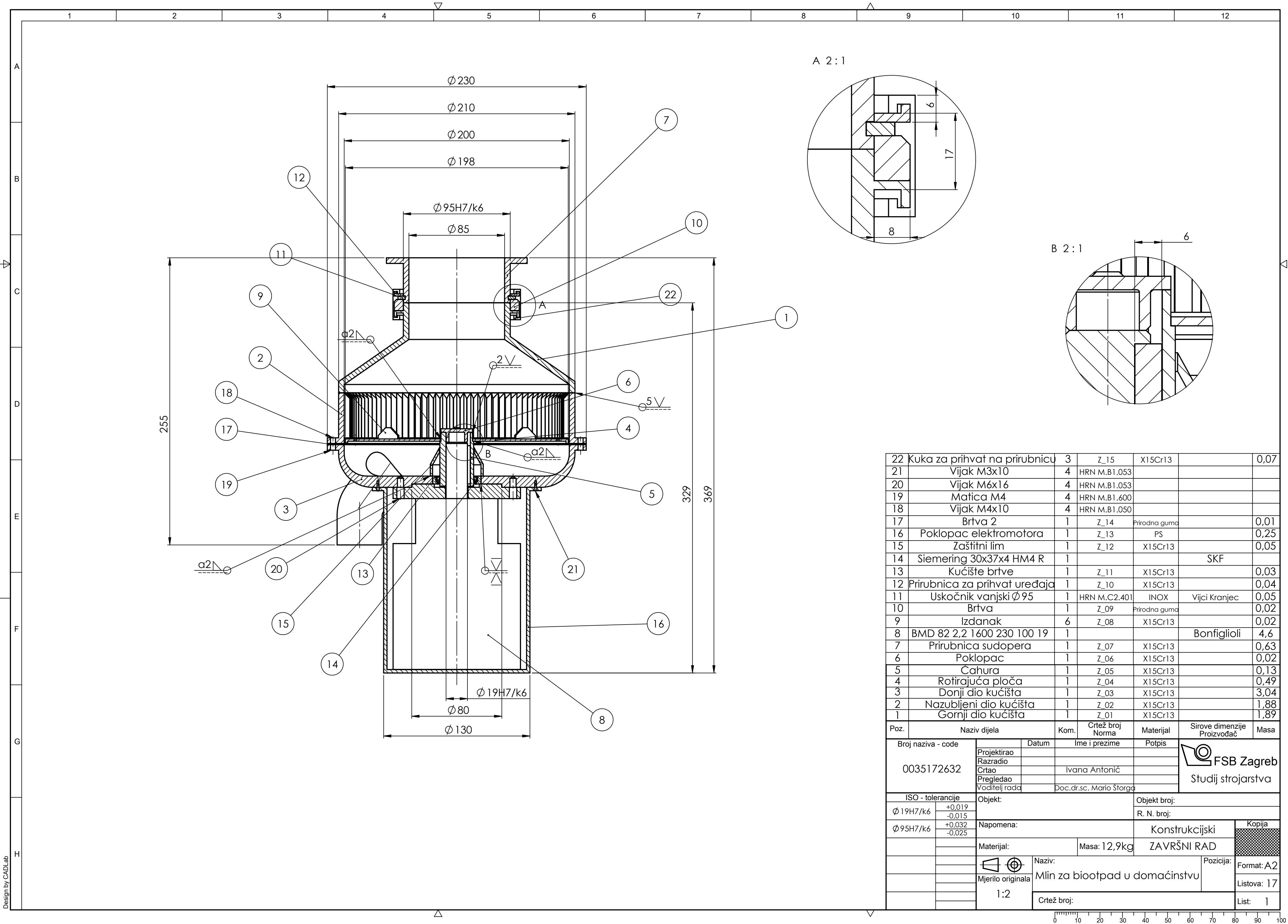
U ovom radu metodama razvoja proizvoda koncipirana su 3 mlina za biootpad u domaćinstvu koji se prihvaćaju za prirubnicu sudopera s jedne i odvod s druge strane te različitim mehanizmima za usitnjavanje usitnjuju biootpad na sitne čestice kasnije korisne za pročišćavanje vode u pročišćivačima. Najbolji koncept je potom razrađen, proračunati su nestandardni dijelovi i spojevi te je izrađen model u SolidWorks-u i sva potrebna tehnička dokumentacija u prilogu.

## 11 Literatura

- [1] KRAUTOV STROJARSKI PRIRUČNIK, Zagreb 1986.
- [2] SCIENCE DIRECT, <http://www.sciencedirect.com>
- [3] ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY OF FOOD WASTE DISPOSERS, Synopsis, J. Howell Thomas, <http://www.aham.org>
- [4] BONFIGLIOLI, katalog elektromotora s permanentnim magnetom serije BMD, <http://www.bonfiglioli.com>
- [5] INSINKERATOR, <http://www.insinkerator.com>
- [6] INSINKERATOR HRVATSKA, <http://www.insinkerator.hr>
- [7] ANAHEIM MANUFACTURING, <http://www.anaheimmfg.com>
- [8] VIJCI KRANJEC, katalog proizvoda – podloške i osigurači, <http://vijci.com.hr>
- [9] ROTOMETAL PROMET, katalog proizvoda, <http://www.rotometal-promet.hr>
- [10] EUROPEAN PATENT ORGANISATION, pretraga патенata, <http://www.epo.org>
- [11] DRŽAVNI ZAVOD ZA INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO, <http://www.dziv.hr>
- [12] STEZNI I ZAVARENI SPOJ, proračun, Herold Z., Zagreb 1998.

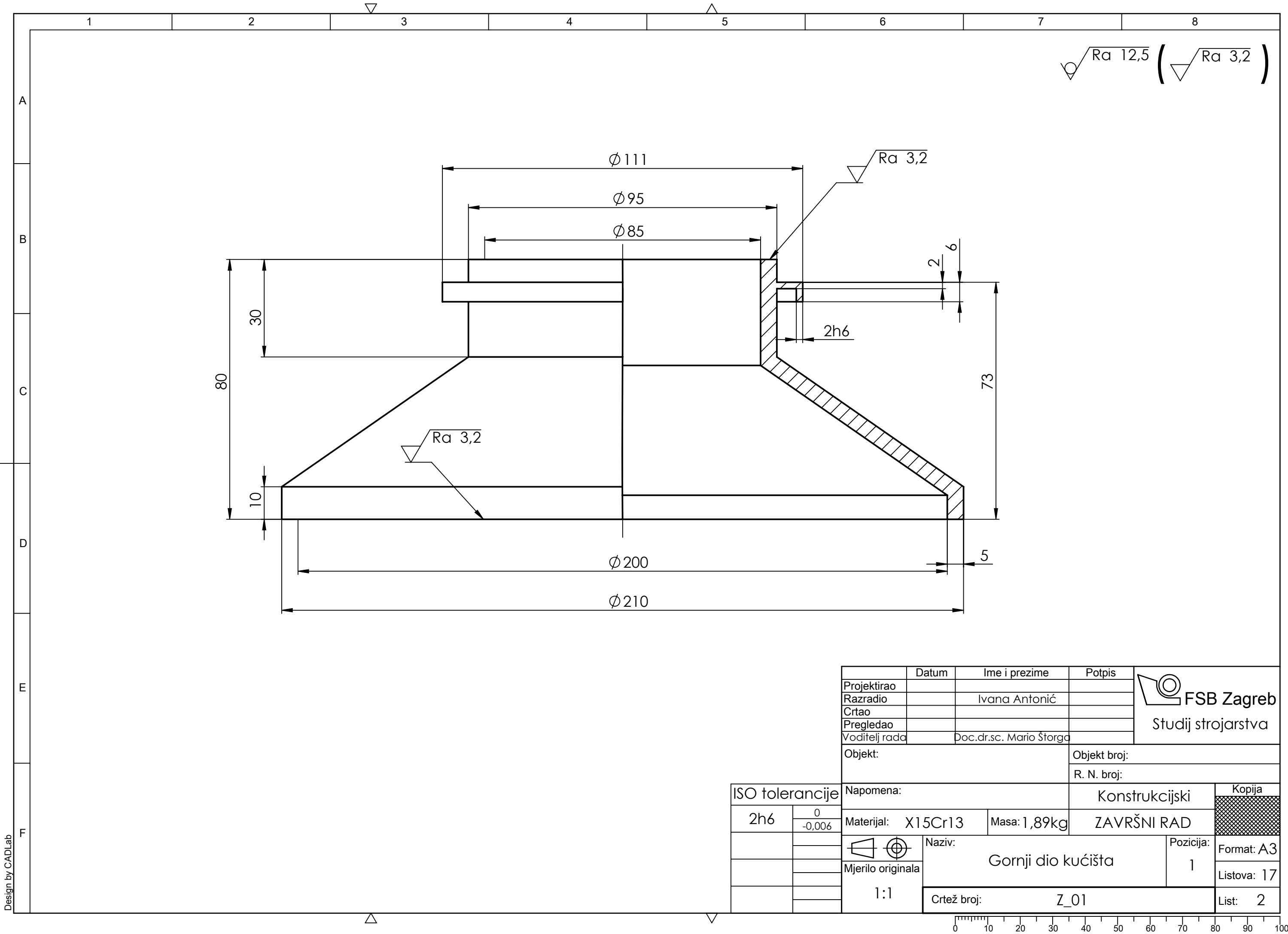
## **12 Prilog**



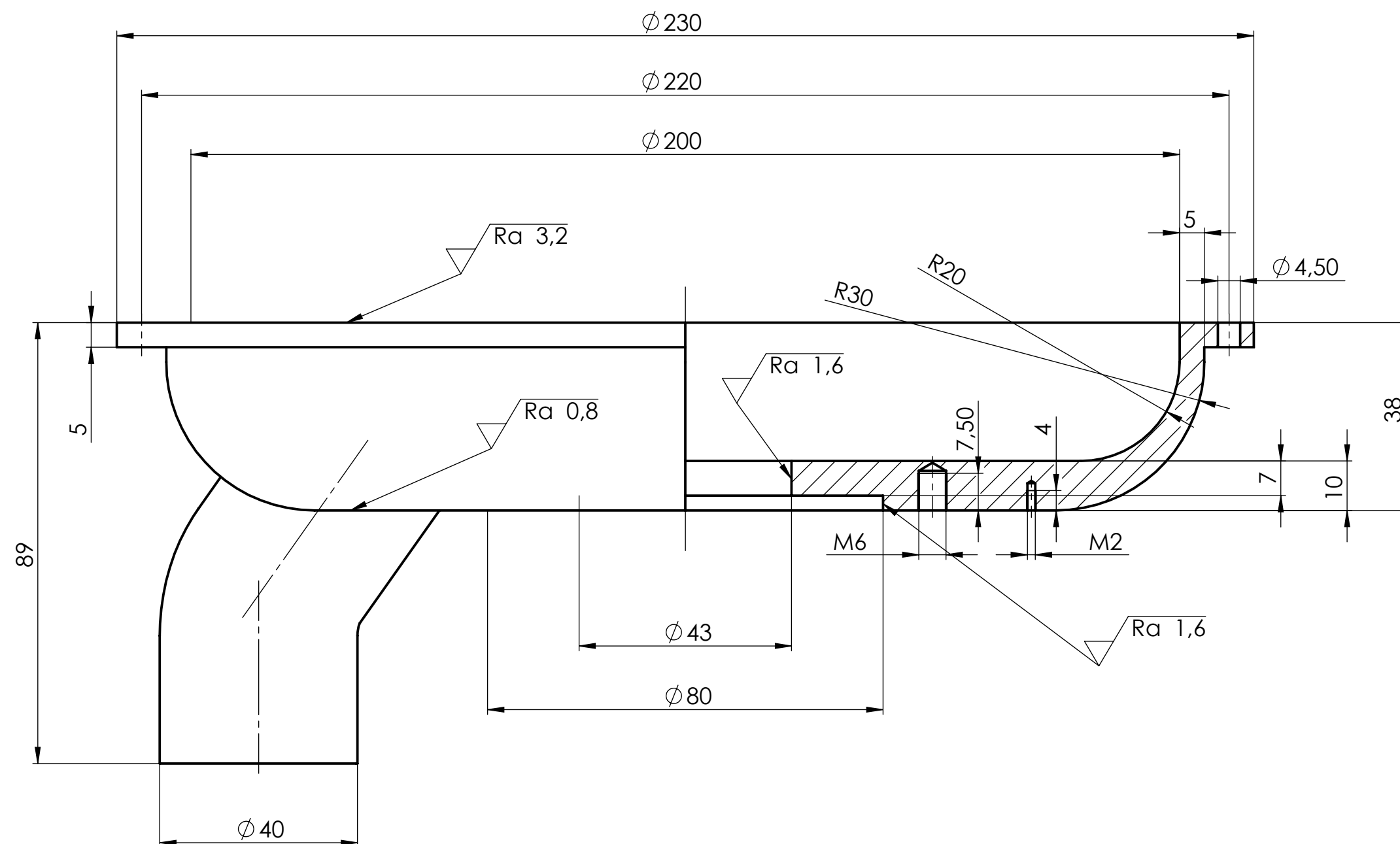




22	Kuka za prihvat na priрубnicu	3	Z_15	X15Cr13		0,07
21	Vijak M3x10	4	HRN M.B1.053			
20	Vijak M6x16	4	HRN M.B1.053			
19	Matica M4	4	HRN M.B1.600			
18	Vijak M4x10	4	HRN M.B1.050			
17	Brtva 2	1	Z_14	Prirodna guma		0,01
16	Poklopac elektromotora	1	Z_13	PS		0,25
15	Zaštitni lim	1	Z_12	X15Cr13		0,05
14	Siemering 30x37x4 HM4 R	1			SKF	
13	Kućište brtve	1	Z_11	X15Cr13		0,03
12	Priрубnica za prihvat uređaja	1	Z_10	X15Cr13		0,04
11	Uskočnik vanjski $\varnothing 95$	1	HRN M.C2.401	INOX	Vijci Kranjec	0,05
10	Brtva	1	Z_09	Prirodna guma		0,02
9	Izdanak	6	Z_08	X15Cr13		0,02
8	BMD 82 2,2 1600 230 100 19	1			Bonfiglioli	4,6
7	Priрубnica sudopera	1	Z_07	X15Cr13		0,63
6	Poklopac	1	Z_06	X15Cr13		0,02
5	Čahura	1	Z_05	X15Cr13		0,13
4	Rotirajuća ploča	1	Z_04	X15Cr13		0,49
3	Donji dio kućišta	1	Z_03	X15Cr13		3,04
2	Nazubljeni dio kućišta	1	Z_02	X15Cr13		1,88
1	Gornji dio kućišta	1	Z_01	X15Cr13		1,89

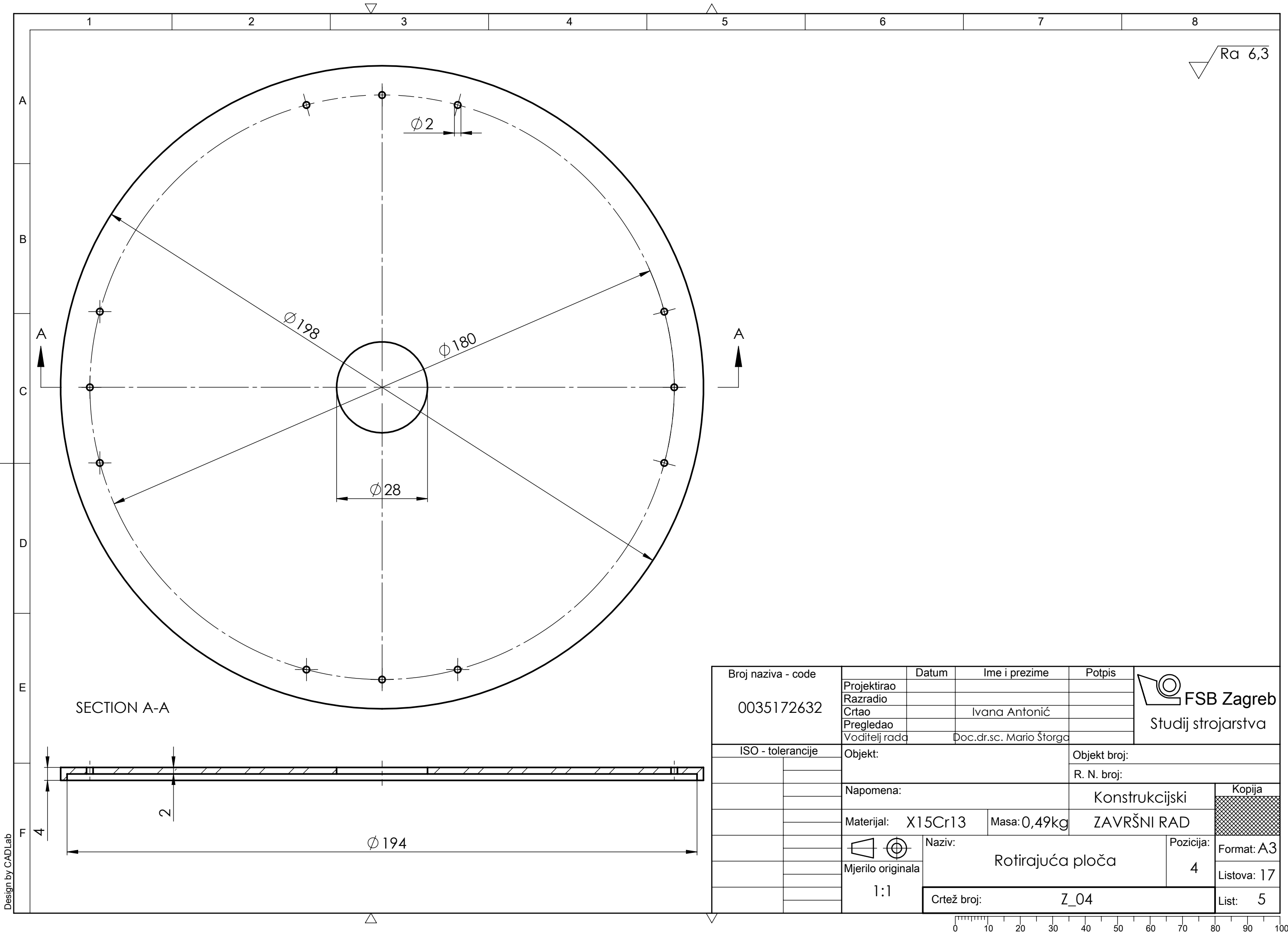
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code			Datum		Ime i prezime	
0035172632			Projektirao		Potpis	
			Razradio			
			Crtao		Ivana Antonić	
			Pregledao			
			Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga	
ISO - tolerancije			Objekt:		Objekt broj:	
$\varnothing 19H7/k6$					R. N. broj:	
$\varnothing 95H7/k6$			Napomena:		Konstrukcijski	
			Materijal:		Masa: 12,9kg	
			Mjerilo originala		ZAVRŠNI RAD	
			Naziv:		Pozicija:	
			1:2		Mlin za biootpad u domaćinstvu	
			Crtež broj:		List: 1	

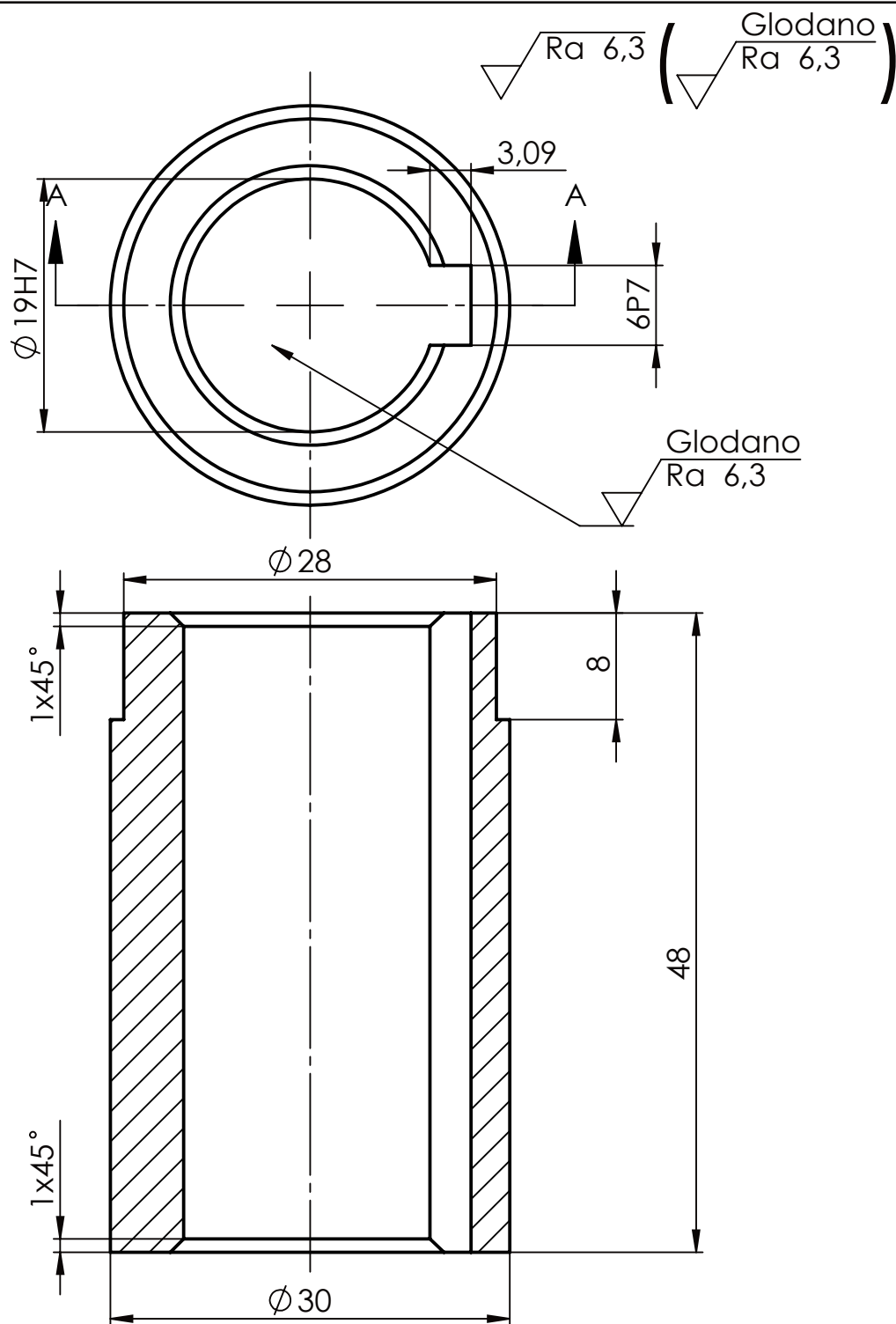










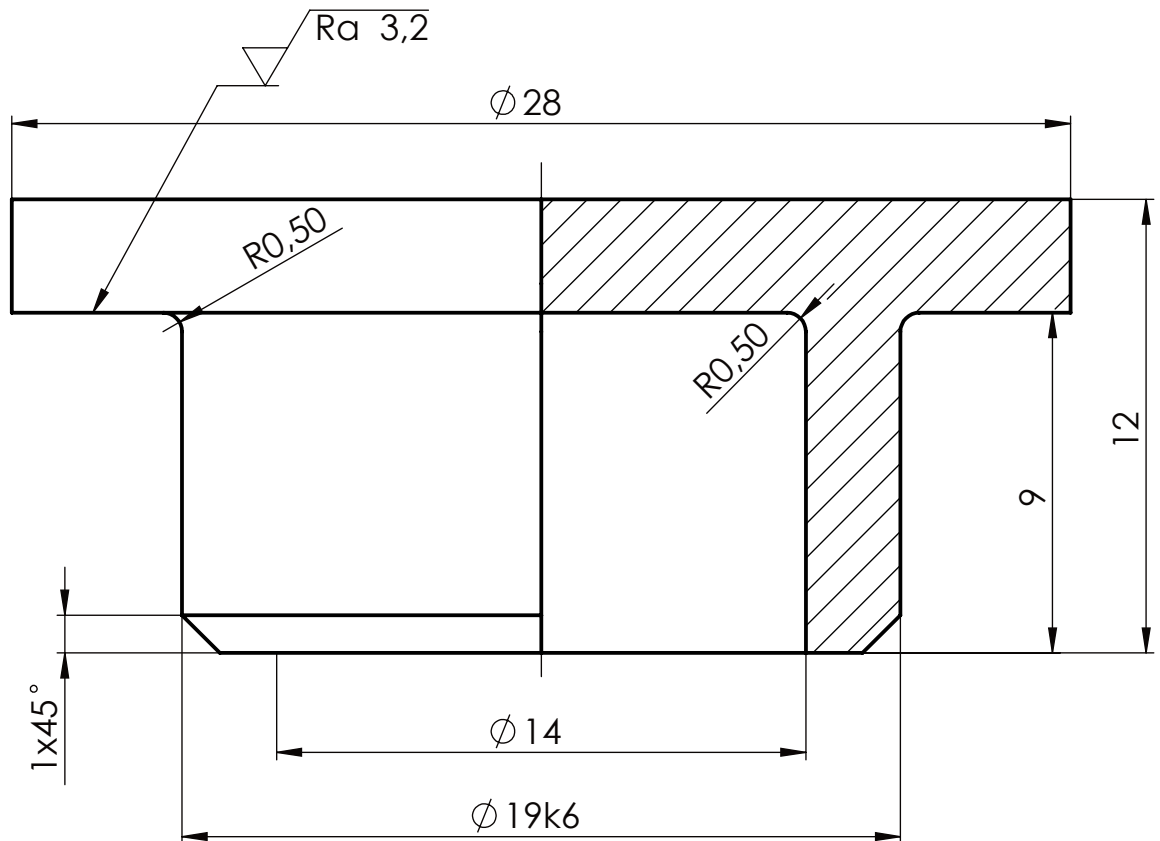
Broj naziva - code  0035172632		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Projektirao				
	Razradio				
	Crtao		Ivana Antonić		
	Pregledao				
	Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
	Napomena:			Konstruktivski	Kopija
	Materijal:	X15Cr13	Masa: 3,04kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv:			Pozicija:
	Mjerilo originala	Donji dio kućišta			3
	1:1	Crtež broj: Z_03			Format: A3
					Listova: 17
					List: 4




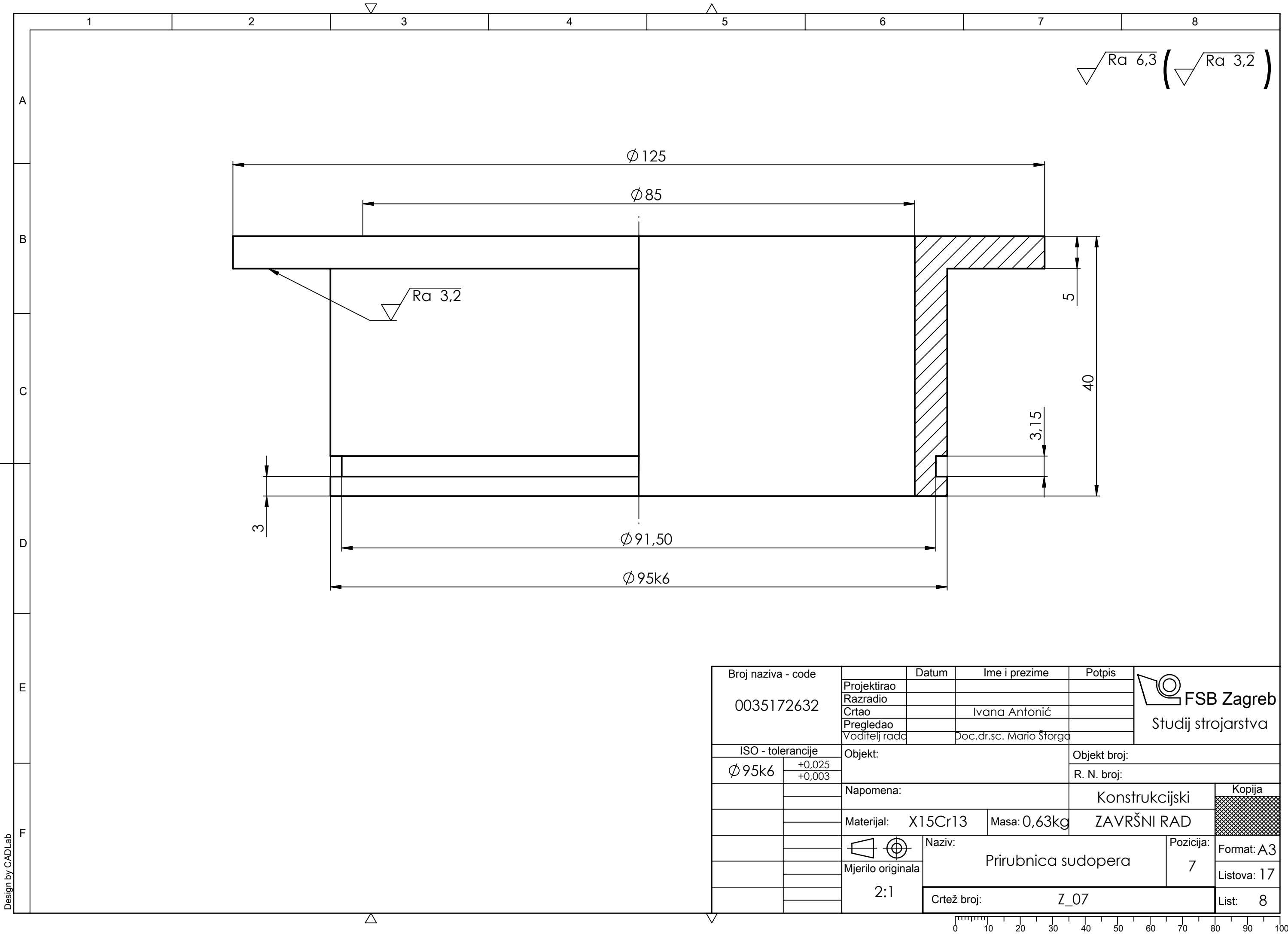


Broj naziva - code  0035172632			Datum	Ime i prezime	Potpis	<div> FSB Zagreb</div> <div>Studij strojarstva</div>		
		Projektirao						
		Razradio						
		Crtao		Ivana Antonić				
		Pregledao						
Voditelj rada			Doc.dr.sc. Mario Štorga					
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:			
Ø 19H7								+0,021 0
6P7		Napomena:			R. N. broj:			
								-0,009 -0,024
		Materijal: X15Cr13			Masa: 0,13kg	Konstrukcijski		Kopija
					ZAVRŠNI RAD			
				Naziv: Čahura			Pozicija: 5	Format: A4
		Mjerilo originala						Listova: 17
		2:1		Crtež broj: Z_05			List: 6	

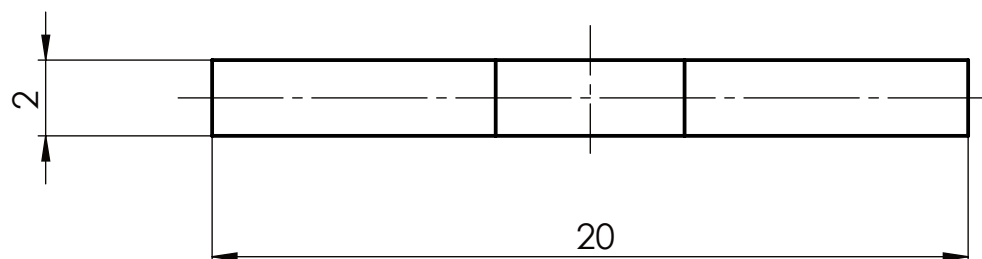
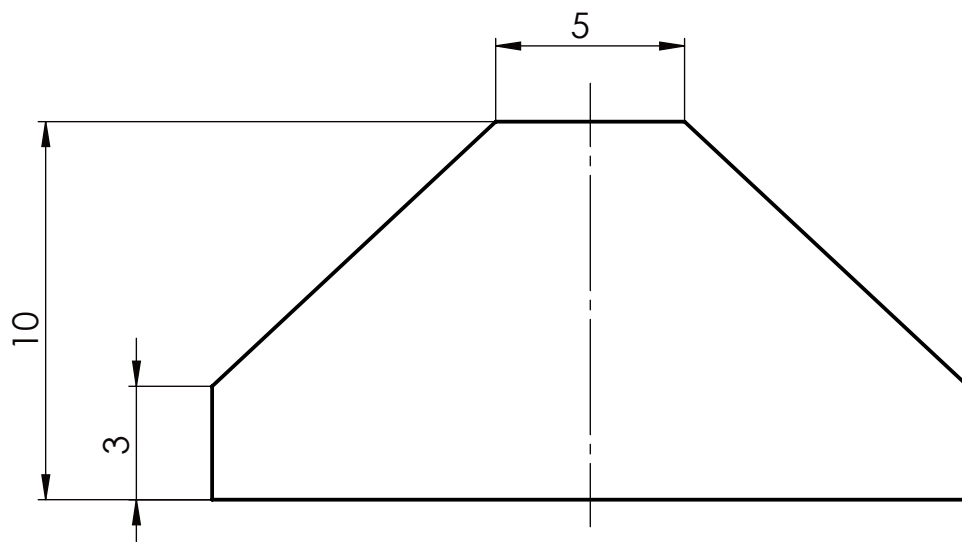
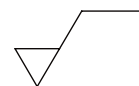
 Ra 6,3 (
  Ra 3,2
 )



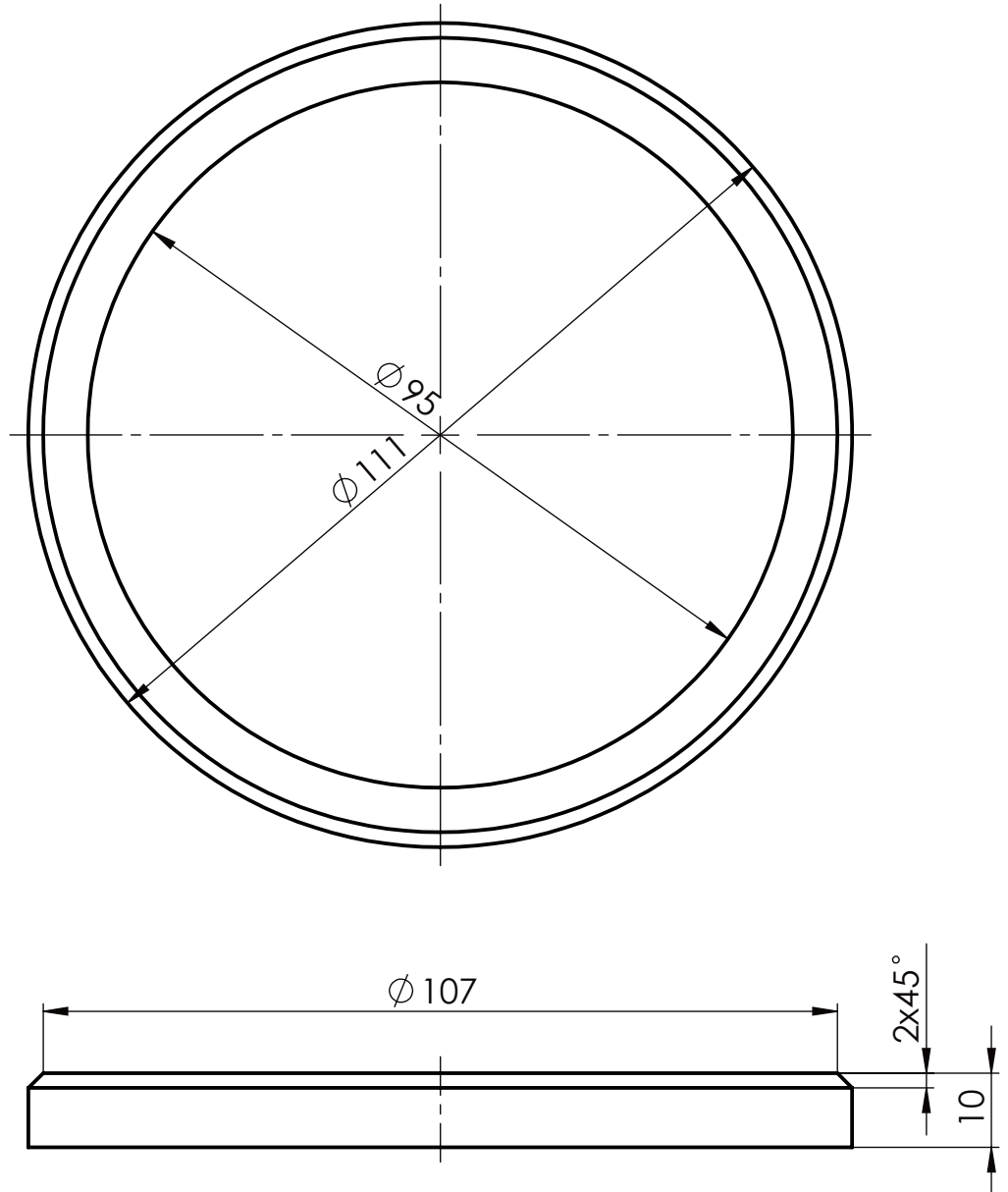
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva	
0035172632		Projektirao				
		Razradio				
		Crtao	Ivana Antić			
		Pregledao				
		Voditelj rada	Doc.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
Ø 19k6	+0,019				R. N. broj:	
	+0,002					
		Napomena:			Konstrukcijski	
					Kopija	
		Materijal: X15Cr13			ZAVRŠNI RAD	
		Masa: 0,02kg				
		Naziv:			Pozicija:	
		Poklopac			6	
		Mjerilo originala			Format: A4	
		5:1			Listova: 17	
		Crtež broj:			List: 7	
		Z_06				




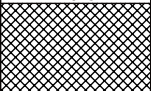




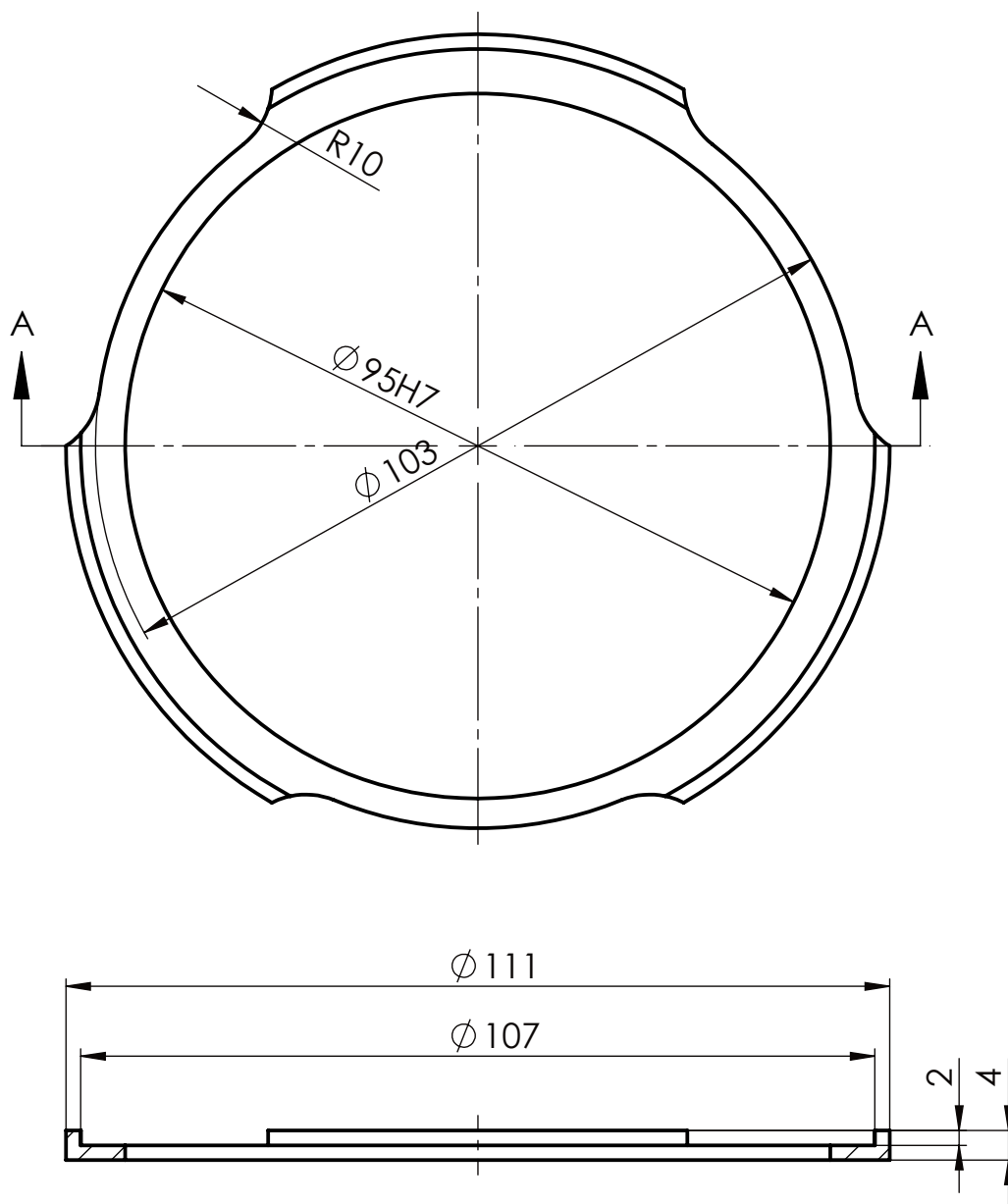
Broj naziva - code  0035172632	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
	Razradio				
	Crtao		Ivana Antonić		
	Pregledao				
	Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
	Napomena:			Konstrukcijski	Kopija
	Materijal:	X15Cr13	Masa: 0,0023kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv:			Pozicija:
	Mjerilo originala	Izdanak			9
	5:1	Crtež broj: Z_08			Format: A4
					Listova: 17
					List: 9



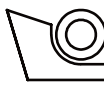
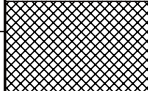
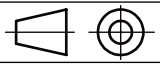
Design by CADLab

Broj naziva - code	Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
	Razradio				
	Crtao		Ivana Antonić		
	Pregledao				
	Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga		
ISO - tolerancije	Objekt:			Objekt broj:	
				R. N. broj:	
	Napomena:			Konstruktivski	Kopija
	Materijal: Prirodna guma		Masa: 0,02kg	ZAVRŠNI RAD	
		Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Mjerilo originala	Brtva		10	Listova: 17
	2:1	Crtež broj: Z_09			List: 10

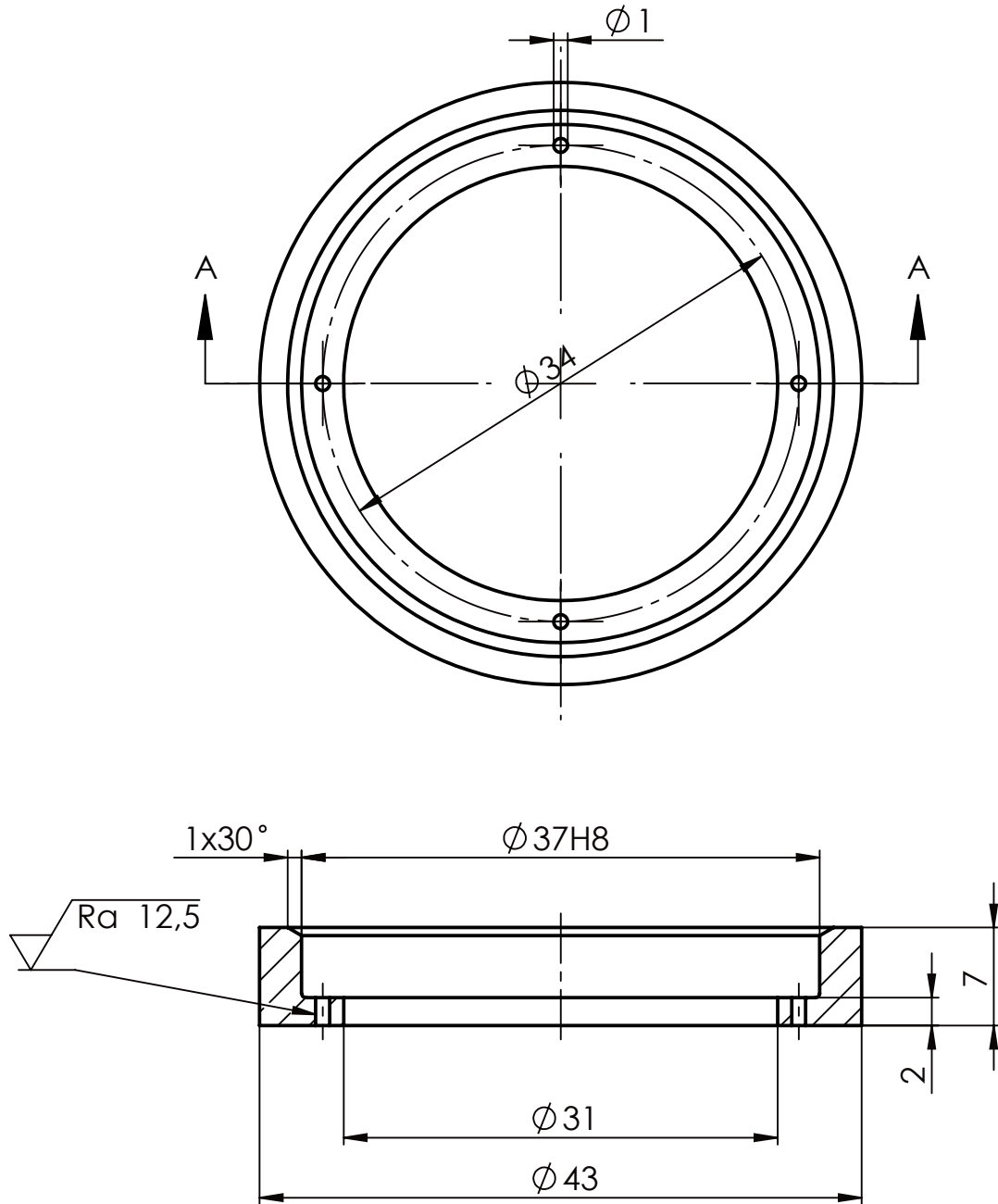
$\sqrt{Ra\ 6,3}$

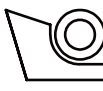



Design by CADLab

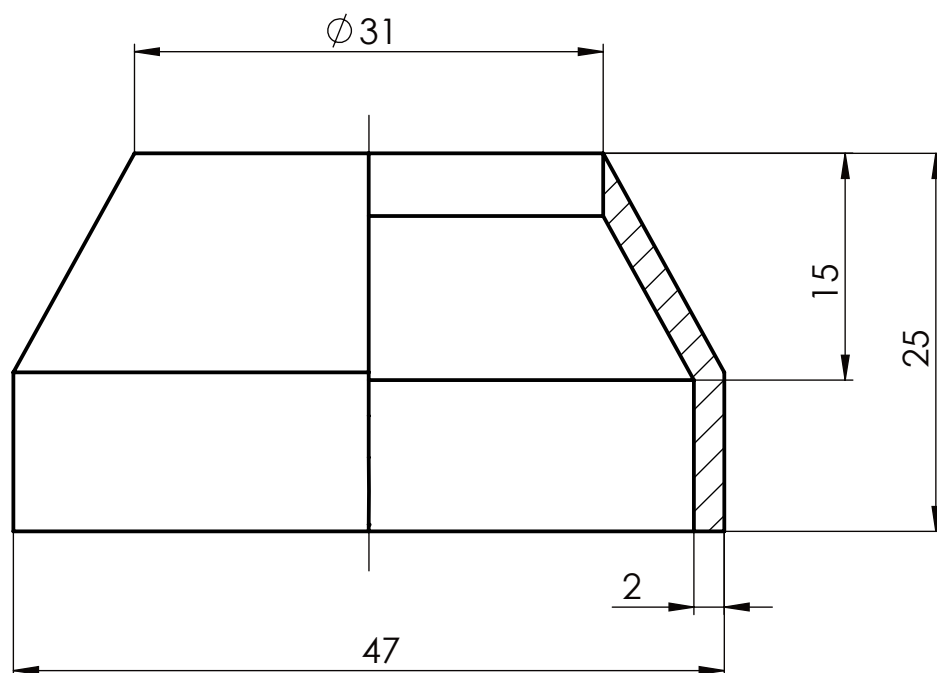
Broj naziva - code  0035172632		Projektirao		Datum		Ime i prezime		Potpis		 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva
		Razradio								
		Crtao				Ivana Antonić				
		Pregledao								
		Voditelj rada				Doc.dr.sc. Mario Štorga				
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:						
Ø 95H7	+0,033 0			R. N. broj:						
		Napomena:					Konstrukcijski		Kopija	
		Materijal: X15Cr13		Masa: 0,04kg		ZAVRŠNI RAD				
				Naziv:		Pozicija:				
		Mjerilo originala		Prirubnica za prihvat uređaja		12				
		1:1		Crtež broj:		Z_10				
								Format: A4		
								Listova: 17		
								List: 11		

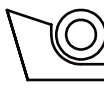
$\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( $\sqrt{Ra\ 12,5}$ )



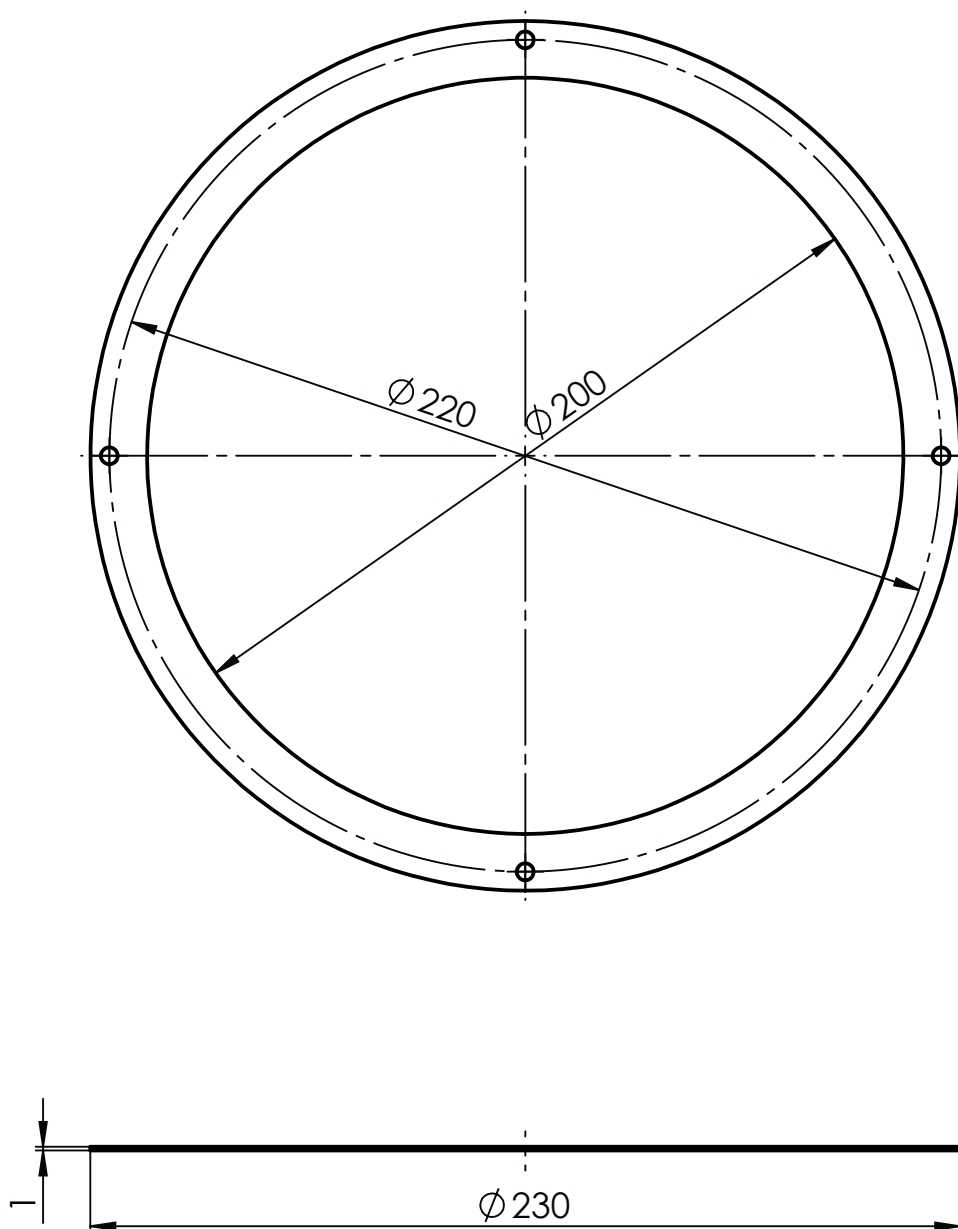
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva	
0035172632		Projektirao				
		Razradio				
		Crtao	Ivana Antonić			
		Pregledao				
		Voditelj rada	Doc.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
$\phi 37H8$	$\begin{matrix} +0,039 \\ 0 \end{matrix}$				R. N. broj:	
		Napomena:			Konstrukcijski	
		Materijal: X15Cr13			ZAVRŠNI RAD	
		Masa 0,03kg				
		Naziv:			Pozicija:	
		Kućište brtve			13	
		Mjerilo originala			Format: A4	
		2:1			Listova: 17	
		Crtež broj: Z_11			List: 12	

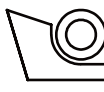
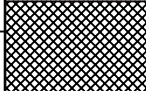
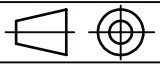
 Ra 12,5

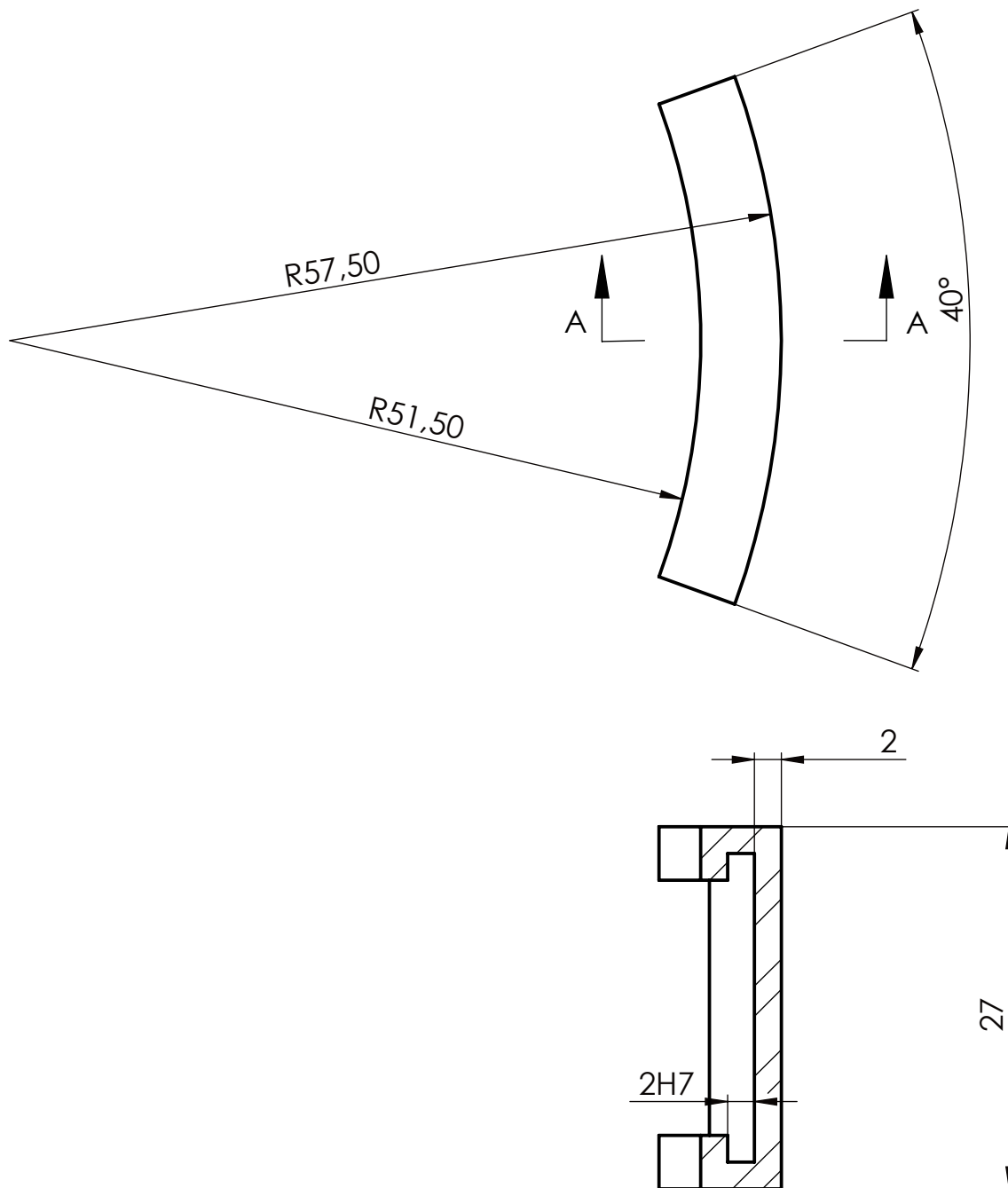


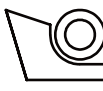
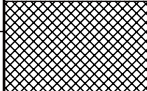
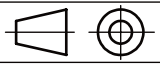
Broj naziva - code  0035172632		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
		Projektirao			
		Razradio			
		Crtao	Ivana Antić		
		Pregledao			
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:	
				R. N. broj:	
		Napomena:			Kopija
		Materijal: X15Cr13			Masa: 0,05kg
		Naziv: Zaštitni lim			Pozicija: 15
		Crtež broj: Z_12			List: 13



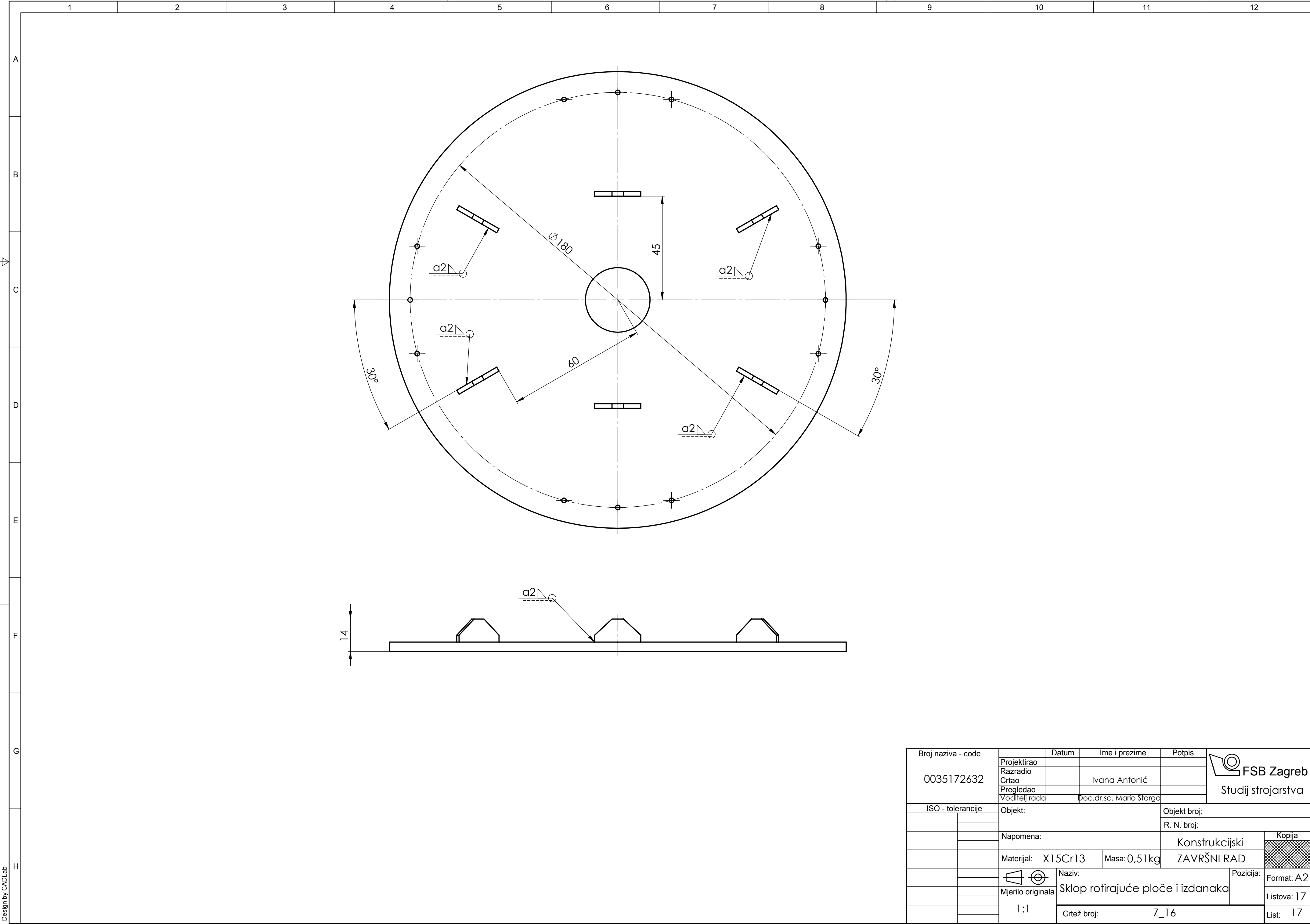


Broj naziva - code	Datum		Ime i prezime		Potpis	 FSB Zagreb Studij strojarstva
0035172632	Projektirao					
	Razradio					
	Crtao		Ivana Antonić			
	Pregledao					
Voditelj rada			Doc.dr.sc. Mario Štorga			
ISO - tolerancije	Objekt:				Objekt broj:	
					R. N. broj:	
	Napomena:				Konstrukcijski	Kopija
	Materijal: Prirodna guma		Masa: 0,01kg	ZAVRŠNI RAD		
			Naziv:		Pozicija:	
	Mjerilo originala		Brtva 2		17	
	1:2		Crtež broj: Z_14		Format: A4	
					Listova: 17	
					List: 15	



Broj naziva - code  0035172632		Datum		Ime i prezime		Potpis		 <b>FSB Zagreb</b> Studij strojarstva	
		Projektirao							
		Razradio							
		Crtao		Ivana Antonić					
		Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga					
ISO - tolerancije		Objekt:				Objekt broj:			
2H7	+0,010 0					R. N. broj:			
		Napomena:				Konstrukcijski		Kopija	
		Materijal: X15Cr13		Masa: 0,023kg		ZAVRŠNI RAD			
		 Mjerilo originala		Naziv:		Pozicija:			
				Kuka za prihvat na priрубnicu		22			
				Crtež broj: Z_15		List: 16			





Broj naziva - code  0035172632		Datum		Ime i prezime		Potpis		<div> FSB Zagreb</div> <div>Studij strojarstva</div>	
		Projektirao							
		Razradio							
		Crtao		Ivana Antičić					
		Pregledao							
Voditelj rada		Doc.dr.sc. Mario Štorga							
ISO - tolerancije		Objekt:				Objekt broj:			
						R. N. broj:			
		Napomena:				Konstrukcijski		Kopija	
		Materijal: X15Cr13		Masa: 0,51 kg		ZAVRŠNI RAD			
				Naziv:			Pozicija:		Format: A2
		Mjerilo originala		Sklop rotirajuće ploče i izdanaka					Listova: 17
		1:1		Crtež broj: Z_16					List: 17

